

# **Enseñanza y aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México**



# **Enseñanza y aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México**

Martha Aguilar Trejo

Roberto Hernández Sampieri

Ana Cuevas Romo

Christian Paulina Mendoza Torres

Brenda Elizabeth Leal Pérez



*Enseñanza y aprendizaje de la investigación científica en la  
educación básica en México*

Primera edición, 2015

*Responsable legal de esta edición*  
Martha Aguilar Trejo

*Portada y diseño editorial*  
Luis Fernando García Ramírez

D.R. © Educación Superior de Celaya, A.C.  
Universidad de Celaya  
Carretera Panamericana km. 269 Col. Rancho Pinto,  
C.P. 38080. Celaya, Guanajuato, México.

**ISBN 978-607-96803-0-5**

**Registro Indautor** en trámite con folio 03-2015-  
041711123900-01  
Impreso en México. *Printed in Mexico*

# Contenido

## Agradecimientos

<b>Prefacio</b>	9
<b>1. Antecedentes</b>	13
1.1. Antecedentes del estudio	15
1.2. Educación básica en México	16
1.3. Enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en educación básica en México	18
1.4. Actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación científica	22
1.5. Evaluación de la enseñanza de la ciencia	23
1.6. Actitudes asociadas a la ciencia	25
1.7. Educación científica informal	26
<b>2. Método</b>	29
2.1. Alcance y diseño	31
2.2. Muestra	31
2.3. Prueba piloto	33
2.4. Instrumentos de recolección de datos	38
2.5. Trabajo de campo	39
<b>3. Perspectiva de los estudiantes</b>	41
3.1. Perfil de los estudiantes de la muestra	43
3.2. Percepción sobre las materias que cursan	43
3.3. Percepción sobre Ciencias Naturales	45
3.4. Actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación	47
3.5. Educación científica informal	49
3.6. Actitud de los estudiantes hacia la ciencia	49
<b>4. Perspectiva de los docentes</b>	51
4.1. Perfil de los docentes entrevistados	53
4.2. Materias relacionadas con la ciencia y la investigación	53
4.3. Enseñanza de investigación	55
4.4. Recursos y apoyos didácticos en la enseñanza de la investigación	58

4.5. Evaluación del aprendizaje de investigación	65
4.6. Obstáculos en la enseñanza de la investigación	67
4.7. Capacitación docente	68
4.8. Sugerencias para mejorar la enseñanza-aprendizaje de investigación	69
<b>5. Perspectiva de los directores</b>	<b>71</b>
5.1. Perfil de los directores entrevistados	73
5.2. Programas educativos y recursos bibliográficos	73
5.3. Actividades y programas que fomentan el aprendizaje de la investigación	74
5.4. Capacitación	75
5.5. Asignación de recursos a la enseñanza de investigación y ciencia	76
5.6. Obstáculos	77
5.7. Sugerencias de los directores	77
<b>6. Conclusiones sobre la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México</b>	<b>79</b>
6.1. Modelo de enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en educación básica	81
6.2. Conclusiones y recomendaciones del estudio	85
<b>Referencias</b>	<b>91</b>

## Agradecimientos

Este trabajo de investigación es realizado gracias al financiamiento del Fondo Sectorial para la Educación SEP-CONACYT, Convocatoria INEE-2011.

Los autores agradecen a la Universidad de Celaya al Lic. Raúl Nieto Boada, Presidente del Consejo General de la Universidad de Celaya; y al Lic. Carlos Sponda Morales, Director General de la Universidad de Celaya.

Se hace un especial agradecimiento a los directores, docentes y estudiantes que accedieron a participar en el presente estudio, aportando su visión y experiencia en cuanto a la enseñanza y aprendizaje de investigación científica en educación básica.

Se extiende el agradecimiento al equipo de investigadores de campo y su supervisora Miriam López Barroso, así como a Claudia Rivera Sánchez por su revisión.

A los especialistas que nos proporcionaron su valioso punto de vista y conocimientos: Mtra. Marcela Correa (Coordinadora Académica de los programas de ConArte Cd. De México, México), Fís. Juan Tonda Mazón (Subdirector de Medios Escritos, DGDC, UNAM, México); Lic. Paola Sánchez (promotora de educación básica); Dra. (c) María Isabel Rivas Marín (Pequeños Científicos, Colombia); Mtra. Mónica Yolanda Rosero Baquero (Pequeños Científicos, Colombia); Dra. Cecilia Romero (promotora de investigación en salud para educación básica, Perú); Mtro. Alfonso Maximiliano; Dr. Ángel Vázquez Alonso (Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de las Islas Baleares, España); y Dra. Ma. Antonia Manassero Mas (Departamento de Psicología, Universidad de las Islas Baleares, España).



## Prólogo

Este libro presenta los resultados del estudio “Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México” realizado por la Universidad de Celaya con apoyo del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación SEP-CONACYT convocatoria INEE 2011.

El estudio busca impactar en la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica, de tal manera que se genere una cultura científica en el nivel de educación básica no sólo mediante materias relacionadas con las ciencias experimentales o exactas, sino de manera general a través de la impartición de cada una de las asignaturas del plan académico con el objetivo de coadyuvar en la generación de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y desarrollo cognitivo propios de la edad de los alumnos de ese nivel académico.

El impacto científico del presente estudio pretende influir en la modificación de los programas de estudio de educación básica con base en el establecimiento de relaciones entre el conocimiento sobre su mundo y la práctica de actitudes y habilidades científicas que establezcan un vínculo entre la impartición de los conocimientos científicos y la aplicación técnica en su entorno y, lo más sobresaliente, constituir una relación entre el aprendizaje de la investigación y los contenidos de cada asignatura.

El objetivo del estudio es: Evaluar las prácticas de enseñanza-aprendizaje de la investigación en educación básica en México. Dicha evaluación incluye: Comprender cómo los estudiantes aprenden investigación y desarrollan las competencias para el aprendizaje permanente y para el manejo de la información. Y realizar un diagnóstico que identifique las mejores prácticas en relación a la enseñanza-aprendizaje de la investigación.

Para lograr el objetivo se realizó la recolección de datos en campo en los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Chiapas, Durango, Jalisco, Yucatán, Distrito Federal, Nuevo León, Michoacán, Puebla, Querétaro, Estado de México, Coahuila, Tabasco y Zacatecas. El instrumento de recolección de datos fue

aplicado en un total de 37 escuelas primarias en dichos estados, 18 de ellas escuelas públicas y 19 particulares. En cada una se entrevistó al director y a dos docentes, dando un total de 74 docentes entrevistados; asimismo, se encuestó a 1,559 estudiantes de 5° y 6° de esas escuelas primarias.

Adicionalmente se entrevistó a nueve especialistas, nacionales e internacionales, en la enseñanza de la investigación científica en educación básica, incluyendo a los investigadores cuyo instrumento de medición de actitud hacia la ciencia fue retomado: Dra. María Antonia Manassero y Dr. Ángel Vázquez; así como el reconocido divulgador científico Fís. Juan Tonda Mazón.

Los resultados presentan un panorama de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación en educación básica en México desde la perspectiva de estudiantes, docentes y directores de escuelas públicas y particulares en 15 ciudades.

Los hallazgos del estudio pueden caracterizarse como alentadores al mismo tiempo que representan un reto. Primeramente son alentadores ya que muestran que los estudiantes que participaron en el estudio, muestran una actitud positiva hacia la ciencia y una opinión favorable hacia materias como Ciencias Naturales y Matemáticas. Esta actitud positiva favorece el aprendizaje (Manassero y Vázquez, 2001).

El reto que representan es entonces capitalizar esa actitud positiva hacia la ciencia para superar la brecha en la formación de habilidades investigativas y científicas en la que se encuentra México (Flores-Camacho, 2012). Para ello se pueden tomar en consideración los siguientes hallazgos del presente estudio:

Las materias en las que los docentes señalan que enseñan investigación son principalmente Ciencias Naturales, Historia y Geografía. Sin embargo, esta enseñanza puede ser transversal entre cursos y materias, y se puede aprender a investigar en cualquier materia (Bogoya, 2005), (Moreno, 2005).

Existe una gama diversa en la forma de enseñar y aprender ciencia e investigación, como lo muestran los resultados en congruencia con Candela (2005). Sin embargo, tanto los resultados y la literatura (Holstermann, Grube y Bögeholz, 2010) evidencian que los aprendizajes que involucran de manera activa

a los estudiantes y que son de su interés, así como los que se puede identificar su aplicación, son los que generan un aprendizaje más significativo de acuerdo a la percepción de estudiantes y docentes. En específico, el aprendizaje basado en proyectos y la experimentación fueron mencionados por estudiantes y docentes, tanto como motivo por el cual les gusta la materia de Ciencias Naturales, como actividad de las que les gusta realizar.

También las actividades de educación científica informal reflejaron ser una alternativa que debe ser considerada para el aprendizaje de la ciencia en congruencia con la literatura (Vázquez y Manassero, 2007), (Nortes y de Pro, 2010).

Finalmente, el reto de la gestión educativa en estos procesos es evidente. Por una parte, los directores de la muestra expresan interés en todo esto, sin embargo se pudieron encontrar pocos ejemplos concretos de programas o sistemas específicos para la enseñanza-aprendizaje de la investigación en sus escuelas. Y por otra parte, algunos docentes y directivos señalan su preocupación por la falta de competencias y habilidades docentes para enseñar investigación.

Adicionalmente, tanto directivos como profesores y especialistas señalan como áreas de oportunidad la cantidad limitada de materiales y recursos en las instituciones, las prácticas tradicionales y arraigadas en la docencia y los contenidos estandarizados.

Es así que el panorama de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia en escuelas de educación básica en México, desde la perspectiva de estudiantes, docentes y directores de escuelas públicas y particulares se puede considerar alentador y retador.

Los resultados del estudio han sido presentados en tres congresos internacionales de educación y de enseñanza de la investigación, y han sido publicados hasta la fecha en dos revistas nacionales y dos revistas internacionales.

Sin duda, la investigación aporta grandes beneficios a la sociedad, desde la producción de conocimiento, hasta el desarrollo de las habilidades del pensamiento y competencias para la vida de los individuos. Como se explica en la publicación

*Science for All Americans* una buena formación científica permite a los alumnos "desarrollar la capacidad de comprensión y los hábitos mentales necesarios para convertirse en seres humanos compasivos capaces de pensar por sí mismos y afrontar la vida con garantías. Asimismo, debe prepararlos para colaborar de forma responsable con los conciudadanos a fin de construir y proteger una sociedad abierta, respetable y vital (American Association for the Advancement of Science, 1990)."

Dra. Martha Aguilar Trejo  
*Rectora*  
*Universidad de Celaya*

# **Capítulo 1**

## **Antecedentes**



# 1. Antecedentes

## 1.1. Antecedentes del estudio

El estudio “Evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México” fue realizado en 2014 por la Universidad de Celaya con apoyo del Fondo Sectorial de Investigación para la Educación SEP-CONACYT convocatoria INEE 2011. Esta indagación busca impactar en la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica, de tal manera que se genere una cultura científica a nivel básico, no solo mediante materias relacionadas con las ciencias experimentales o exactas, sino de manera general en la impartición de cada una de las asignaturas del plan académico, incluyendo coadyuvar en la generación de conocimientos, habilidades, actitudes y valores propios de su edad y desarrollo cognitivo. El impacto científico pretende influir en: Modificar los programas de estudio de educación básica con base en el establecimiento de relaciones entre el conocimiento sobre su mundo y la práctica de actitudes y habilidades científicas, generación de prácticas investigativas que establezcan una relación entre la impartición de los conocimientos científicos y la aplicación técnica en su entorno y lo más sobresaliente: establecer una relación entre el aprendizaje de la investigación y los contenidos de cada asignatura.

El objetivo consiste en evaluar las prácticas de enseñanza-aprendizaje de la investigación en educación básica en México. Dicha evaluación incluye: Comprender cómo los estudiantes aprenden investigación y desarrollan las competencias para el aprendizaje permanente y para el manejo de la información; realizar un diagnóstico que identifique las mejores prácticas en relación a la enseñanza-aprendizaje de la investigación.

La iniciativa para realizar este estudio surgió debido a la necesidad de complementar el conocimiento actual acerca de la enseñanza de la investigación científica en México. De acuerdo a Flores-Camacho (2012) los motivos por los cuales no se ha detonado el desarrollo científico necesario para México son diversos, sin embargo, señala que uno de los orígenes más relevantes de este rezago se encuentra en la educación básica.

Esta situación debe cambiar, lo cual hace “cada vez más necesario hacer una recapitulación y un análisis de lo que se ha realizado en los últimos años para mejorar la enseñanza de la ciencia, de lo que falta por hacer” (Flores-Camacho, 2012, p. 6).

A nivel internacional, se puede identificar que México se encuentra rezagado en cuestión de investigación científica básica y aplicada (Villa, 2012). Por ejemplo en el ranking de SCImago (2010), México está en la posición 29 de los principales países productores de ciencia en el ranking mundial por número de documentos en el periodo 2003-2010. Y en cuanto a patentes concedidas a residentes en el país, México se encuentra en el lugar número 37, con 229 patentes concedidas a residentes y 9,170 a no residentes, cuando a Japón se concedieron 238,323 patentes de las cuales y a Estados Unidos 224,505 (Organización Mundial de Propiedad Intelectual [OMPI], 2010). Estos datos reflejan ejemplos concretos de que el fomento a la investigación no tiene el desarrollo o cobertura necesarios para potenciar la investigación en el país a pesar de los esfuerzos de organismos públicos y privados al respecto.

La formación temprana del pensamiento científico, puede reforzar el pensamiento crítico como herramienta para la toma de decisiones informada y la solución de problemas de los futuros ciudadanos, tanto en países desarrollados como en los países en vías de desarrollo (Murcia, 2009). Como se difundió en una campaña de la American Association for the Advancement of Science, nunca se es demasiado joven para comenzar en la ciencia (Roberts y Wassersug, 2009). En los últimos años ha habido un énfasis creciente en el desarrollo de habilidades de investigación científica, lo cual hace necesario recolectar e interpretar evidencia de ello (Jeong, Songer y Lee, 2007).

## **1.2. Educación básica en México**

López (2010) menciona que al abordar un estudio acerca de la enseñanza-aprendizaje de la investigación, resulta relevante contextualizar las cifras en materia de educación, con la finalidad de identificar y otorgar un panorama en el cual se generan dichas prácticas.

Por lo anterior, a continuación, se plantean las cifras más relevantes de educación en México, para posteriormente continuar con los temas que atañen al presente proyecto.

Para el ciclo escolar 2012-2013 en base a datos proporcionados por la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2013), la matrícula total del sistema educativo nacional se conforma por 35.25 millones de alumnos, equivalente al 30.12% de la población total del país. El 73.4%, de la población escolar se ubica en la educación básica, es decir 25.89 millones de alumnos están ubicados dentro de este nivel que comprende la educación preescolar, primaria y secundaria. De estos, la mayor parte, 57.1% asisten a la educación primaria, 24.5% a la educación secundaria y el 18.4% a la educación preescolar. La educación básica es atendida por 1.19 millones de maestros. El 86.9% de los alumnos de educación básica asiste a escuelas públicas y el 13.1% corresponde a alumnos de escuelas particulares (SEP, 2013).

Claramente, México ha registrado un avance en la matrícula estudiantil, y más recientemente, en la construcción de un marco institucional para evaluar los resultados del aprendizaje de sus alumnos. Sin embargo, aún quedan cosas por hacer debido a que persisten problemas en la calidad de la educación y en su distribución en el conjunto de la sociedad, a pesar que desde la transformación educativa planteada en el Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012, la Secretaría de Educación Pública propuso como objetivo fundamental del Programa Sectorial de Educación 2007-2012, “elevar la calidad de la educación básica para que los estudiantes mejoren su nivel de logro educativo, cuenten con medios para tener acceso a un mayor bienestar y contribuyan al desarrollo nacional”, así mismo a fin de tener un desarrollo integral se estableció que: “Los criterios de mejora de la calidad educativa deben aplicarse también a la capacitación de profesores, la actualización de programas de estudio y sus contenidos, los enfoques pedagógicos, métodos de enseñanza y recursos didácticos” (SEP, 2009).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2011) reconoce que un sistema efectivo combina diversos y numerosos elementos. Aunado a los antes

mencionados por la Unesco en los que ha trabajado México para mejorar, hace mención de otros elementos como: los estándares nacionales, el liderazgo escolar y el desempeño de las escuelas, la calidad, la motivación y las perspectivas de los docentes, así como un sistema eficaz de evaluación educativa. Dentro de estos elementos la OCDE sugiere al gobierno de México mejorar en primer lugar su planta docente para que su desempeño educativo progrese y en segundo lugar implantar un esfuerzos educativos a partir de los resultados de aprendizaje de los alumnos y por último continuar con el mejoramiento de los demás elementos en los que ha presentado resultados positivos.

Derivado de lo anterior, la Reforma Integral de la Educación Básica (RIEB) culmina un ciclo de reformas curriculares en cada uno de los tres niveles que integran la Educación Básica a fin de articularlos, mismas que iniciaron en 2004 con la Reforma de Preescolar, en 2006 con la de la Educación Secundaria y en 2009 con la de Educación Primaria, y consolida este proceso con la continua finalidad de elevar la calidad educativa, aportando una propuesta formativa pertinente, significativa, congruente, orientada al desarrollo de competencias y centrada en el aprendizaje de las y los estudiantes (SEP, 2011a).

Lo anterior evidencia los resultados del trabajo que se ha efectuado en materia de educación en México, sin embargo, aún es necesario continuar implementando mejoras, a fin de disminuir las cifras que nos posicionan en números rojos, en comparación con el resto de los países de la OCDE (2013), al señalar que la proporción más alta de alumnos por docente en todos los niveles de escolaridad obligatoria se encuentra en México, por ejemplo en primaria hay un total de 28.1 alumnos por maestro, muy superior al promedio del resto (14.3 alumnos por docente), otro indicador es el porcentaje de tiempo de docencia dedicado a la enseñanza en primaria.

### **1.3. Enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en educación básica en México**

En el siglo XIX se introdujo a la enseñanza básica la materia de ciencias naturales, específicamente en el estudio de la física y la

química. Más tarde se adicionaron otros temas con la finalidad de habituar a los estudiantes a la observación sistemática del entorno, experimentación y reflexión (Díaz, Flores y Martínez, 2007). Posteriormente la materia de Ciencias Naturales enfatiza tres ejes “lección de cosas”, “estudio de la naturaleza” y “ciencia elemental”, para finalmente llegar a las tendencias que continúan desarrollándose hasta la fecha, que consisten en ya sea a) enseñar ciencia para contribuir al proceso individual y social del alumno, o bien, b) enseñarla para entender los conocimientos y métodos de la ciencia (León, 2003).

Estas mismas tendencias las identifica Moreno (2005) quien las clasifica en formación de investigadores y formación para la investigación. La primera consiste en el proceso de enseñanza de la ciencia con la finalidad de que al final el estudiante se desempeñe en el ámbito científico. Y la formación para la investigación consiste en el “proceso que implica prácticas y actores diversos, en el que la intervención de los formadores como mediadores humanos se concreta en un quehacer académico consistente en promover y facilitar, preferentemente de manera sistematizada, el acceso a los conocimientos, el desarrollo de habilidades, hábitos y actitudes, y la internalización de valores, que demanda la realización de la práctica de la investigación” (Moreno, 2005, p.421). Por ello propone que se propicie una formación para la investigación desde los primeros años de la educación básica hasta licenciatura.

Candela (2005) señala que en la forma de enseñar y aprender ciencias naturales hay diferencias que dependen de las características y contexto de la escuela, el perfil de los estudiantes y “de los estilos docentes, de la concepción que tiene cada maestro/a sobre lo que es enseñar y aprender, de su concepción sobre la ciencia y su enseñanza, de los espacios de participación que se pueden abrir en el trabajo experimental, de la experiencia que tenga en el manejo del grupo, en la conducción de distintos tipos de actividades y de su seguridad en el conocimiento del contenido que va a tratar y de la actitud que transmite al hacerlo, entre muchos otros factores” (Candela, 2005, p.7). Aunado a que estas diferencias se presentan dentro de una misma clase,

momento a momento, y que sin embargo, sí se identifica una tendencia a que el uso de actividades experimentales ha incrementado en la enseñanza de la física y las ciencias naturales (Candela, 2005).

La enseñanza de la investigación a niños desde sus primeros años de educación representa una oportunidad para fomentar el desarrollo de sus potencialidades, en particular las relacionadas con la recolección, análisis e interpretación de la información, así como la búsqueda de respuestas a problemas derivados de las asignaturas señaladas como parte de su plan académico. De ello surge la necesidad de considerar la generación de capacidades y habilidades investigativas en el marco de la planeación académica de cada materia impartida (Bogoya, 2005).

En los planes y programas de estudios elaborados por la Secretaría de Educación Pública en el año 2009 se incluye la enseñanza de las ciencias como una de las materias principales en donde el individuo aprende a desarrollar sus primeras habilidades investigativas como observar, explorar y comprender el mundo natural y social que los rodea. Y al mismo tiempo, se incluyen las competencias para el aprendizaje permanente y para el manejo de la información. Ambas relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de investigación en un sentido amplio (SEP, 2009).

En el último programa de estudios elaborado por la Secretaría de Educación Pública, se busca no sólo continuar desarrollando las habilidades anteriores para comprender el mundo natural y social que los rodea, y establecer en ellos las bases para el desarrollo y formación científica a través de las asignaturas de “Exploración de la Naturaleza y la Sociedad” y “Ciencias Naturales”, además de esto busca construir habilidades y actitudes positivas asociadas a la ciencia por medio de la toma de decisiones responsables e informadas, la reflexión sobre los alcances y límites del conocimiento científico y del quehacer tecnológico para mejorar las condiciones de vida de las personas (SEP, 2011a).

En el acuerdo número 592 (SEP, 2011b), por el cual se establece la articulación de la Educación Básica, con la finalidad de

dar a conocer los fundamentos pedagógicos y la política pública educativa en la cual se basa el plan de estudios 2011, señala:

La asignatura de Ciencias Naturales propicia la formación científica básica de tercero a sexto grado de primaria. Los estudiantes se aproximan al estudio de los fenómenos de la naturaleza y de su vida personal de manera gradual y con explicaciones metódicas y complejas, y buscan construir habilidades y actitudes positivas asociadas a la ciencia.

La cultura de la prevención es uno de sus ejes prioritarios, ya que la asignatura favorece la toma de decisiones responsables e informadas en favor de la salud y el ambiente; prioriza la prevención de quemaduras y otros accidentes mediante la práctica de hábitos, y utiliza el análisis y la inferencia de situaciones de riesgo, sus causas y consecuencias. Relaciona, a partir de la reflexión, los alcances y límites de conocimiento científico y del quehacer tecnológico para mejorar las condiciones de vida de las personas.

Concretamente en el tercer periodo escolar, entre los 10 y 12 años, aludiendo a lo mencionado en el Acuerdo número 592 (SEP, 2011b), en relación con las aplicaciones del conocimiento científico y la tecnología, se promueve con la materia de ciencias, que el alumno explique las causas que afectan el cuerpo humano y la necesidad de tener hábitos saludables; identificar la utilidad de dispositivos ópticos y eléctricos, máquinas sencillas y conservación de alimentos, así como la importancia de aplicar alternativas orientadas al desarrollo sustentable e identificar la contribución de la ciencia y tecnología en la investigación, atención de la salud y cuidado del medio ambiente.

Respecto a las habilidades digitales, los alumnos de educación básica en el tercer periodo escolar, con el apoyo del uso del aula telemática base y la plataforma “Explora primaria” con la materia de ciencias desarrollarán los siguientes estándares: a) creatividad e innovación, b) comunicación y colaboración, c) investigación y manejo de información, d) pensamiento crítico, solución de problemas y toma de decisiones, e) ciudadanía digital, y f) funcionamiento y conceptos de las TICS. Concretamente haciendo

alusión al inciso c, de los estándares que desarrolla el alumno en la materia de ciencias, cabe destacar debido al objetivo del presente estudio, el fomento que se debe propiciar en el alumno para recabar, seleccionar, analizar, evaluar y utilizar información, procesar datos y comunicar resultados.

Con lo anterior se alude a las tres habilidades que deben desarrollar los alumnos a partir de la investigación y manejo de información:

- a) Seleccionar y aplicar herramientas digitales para recolectar, organizar y analizar datos para evaluar teorías o pruebas de hipótesis.
- b) Identificar e investigar un tema global y generar posibles soluciones utilizando las herramientas digitales y los recursos.
- c) Reconocer, con ayuda del docente, sesgos en la información disponibles en distintos recursos digitales.

Es ahora necesario hacer un diagnóstico y analizar cómo se están implementando (o no) estos lineamientos nacionales y las implicaciones que conlleva.

#### **1.4. Actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación científica**

De la gran diversidad de actividades para la enseñanza-aprendizaje en la educación básica, muchas de ellas se pueden implementar y se implementan en las materias de Ciencias Naturales y en otras materias en las que se busca formar las bases de las habilidades investigativas. La importancia de las actividades prácticas en el aprendizaje ha sido ampliamente investigada. En el caso específico de materias de las ciencias naturales, las actividades prácticas influyen de manera positiva en el interés de los estudiantes por aprender la temática a la que se refieren (Holstermann, Grube y Bögeholz, 2010).

Waldegg, Barahona, Macedo y Sánchez (2003) realizaron un análisis de los libros de texto relacionados con la enseñanza de las ciencias, identificando como principales problemas que las actividades son tradicionales, se incluyen pocos experimentos, uso de terminología técnica sin ninguna explicación, propiciar la falsa idea de que sólo los genios contribuyen a la generación de conocimiento científico, lo que no favorece la idea de que la ciencia es el resultado de la actividad humana.

La educación en la investigación y las ciencias desarrolla en los estudiantes habilidades asociadas a la ciencia adicionales como: (a) habilidades para evaluar información, la cual consiste en identificar, producir, tratar, transformar, difundir y utilizar la información de manera crítica y eficiente (Vega, Rojas y Mazón, 2007); (b) habilidades del pensamiento crítico, el cual es el pensamiento ordenado y claro que lleva al conocimiento de la realidad, por medio de la afirmación de juicios de verdad (López, 2000); (c) habilidades para toma de decisiones en base al pensamiento crítico y argumentaciones bien estructuradas (SEP, 2011a); y (d) habilidades del pensamiento creativo (Cegarra, 2012).

La Secretaría de Educación Pública (2011c) en sus programas de estudio busca fomentar el desarrollo de habilidades asociadas a la ciencia para aplicarlas en la indagación científica, elaborar conclusiones con base en evidencia, diseñar, construir y evaluar dispositivos o modelos, así como comunicar resultados utilizando diversos recursos; por ejemplo: esquemas, exposiciones, maquetas, dibujos y otras formas simbólicas.

### **1.5. Evaluación de la enseñanza de la ciencia**

Uno de los indicadores internacionales del nivel de rendimiento de enseñanza de ciencias es el implementado por la OCDE y el Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés), en el cual México en el año 2006 ocupó el lugar 59 de 67 países incluidos en este análisis, apareciendo con 410 puntos según la OCDE (2011), donde si bien para el año 2012 ocupó el lugar 53 de 65 en matemáticas con 413 puntos, 52 de 65 en lectura con 424 puntos y 55 de 65 en ciencia con 415 puntos, con lo cual a pesar de su ascenso continúa situado por debajo del promedio de la OCDE cuyas puntuaciones promedio son: para matemáticas 494 puntos, lectura 496 puntos y ciencia 501 puntos, a diferencia de China, Singapur, Corea, Japón y Finlandia que ocupan los primero cinco lugares ya que sus puntajes oscilan entre los 613 y los 570 puntos. Aunque esta evaluación se realiza en niveles superiores al analizado en el presente estudio, representa un punto de comparación inicial relacionado con la enseñanza de la ciencia y las habilidades involucradas.

En México en la educación básica en general las evaluaciones del aprendizaje de los alumnos según la SEP (2011), están en primer lugar a cargo del docente, mismo que puede realizar diferentes tipos de evaluaciones dependiendo del momento en que se realizan y de las personas que intervienen en ella, tomando como referencia para su elaboración los estándares curriculares. Estos tipos de evaluaciones son:

- a) Diagnósticas: donde se evalúa el nivel de dominio que alcanzaron los alumnos en grados o bloques precedentes, respecto de los nuevos aprendizajes que se propone iniciar y se realiza al empezar el curso o al comenzar un nuevo bloque o tema.
- b) Formativas: Permiten identificar los logros y dificultades que presenta cada alumno durante el proceso de aprendizaje.
- c) Sumativas: Reflejan el nivel del logro de cada alumno respecto de los estándares para cada aprendizaje esperado ya sea al finalizar un bloque o al final del curso, las cuales también sirven para tomar decisiones en base a la acreditación.

En segundo lugar se encuentran: La autoevaluación y la coevaluación. Las dos evaluaciones anteriores dan pie a reconocer los procesos de aprendizaje que consideran más aptos y a su vez intercambiar entre los estudiantes estrategias de aprendizaje.

Y por último: La heteroevaluación, dirigida y aplicada por el docente, crea oportunidades de aprendizaje mediante la modificación y mejora de su práctica docente. A su vez, una calificación deberá ser acompañada de una propuesta de mejora que ayude al estudiante a incrementar su desempeño.

Durante la práctica además de las evaluaciones antes mencionadas, al final del programa de Ciencias Naturales se sugiere que los alumnos desarrollen un proyecto, el cual constará de cuatro etapas: planeación, desarrollo, comunicación y evaluación, debido a que el éxito en los alumnos radica en la disposición para utilizar dichos conocimientos aprendidos para el logro de otros nuevos. (SEP, 2011).

A su vez existen evaluaciones estandarizadas de tipo censal, las cuales son relativamente recientes en México, dentro de este estudio se hace énfasis únicamente de aquellas que son aplicadas en educación básica:

a) El Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE) cuenta con un Modelo de Logro Educativo que está orientado a explicar lo que aprenden los estudiantes, de igual forma INEE también evalúa el desempeño del docente a fin de mejorar la calidad y equidad educativa, así como lograr la profesionalización del magisterio (INEE, 2013).

b) El Examen para la Calidad y el Logro Educativo (Excale) conforme el Sistema Educativo Estatal de Baja California (s.f.), tiene la finalidad también de aportar información para conocer en qué medida se está cumpliendo con los propósitos educativos que se formalizan en el currículo nacional.

c) La Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (Enlace) evalúa principalmente los conocimientos y las habilidades de los estudiantes en materias de Matemáticas y Español, a partir del 2008 comienza a incluir una tercera asignatura que rota anualmente, entre ellas Ciencias Naturales. Para la elaboración de este instrumento se diseñan y formulan las tablas de especificaciones, estas parten del análisis de los materiales curriculares.

#### **1.6. Actitudes asociadas a la ciencia**

De acuerdo a García y Sánchez (2006), fueron los sociólogos William I. Thomas y Florian Znaniecki quienes mostraron a la comunidad científica internacional que el concepto de actitud podía ser utilizado para el estudio de los agrupamientos sociales. Desde una perspectiva de investigación, el tema de las actitudes generales (sociales y políticas) ha sido siempre muy controvertido y dinámico, especialmente lo referente a su conceptualización y medición (Vázquez y Manassero, 1997),

razón por la que en el mundo contemporáneo muchos autores se han dado a la tarea de definirla.

Puede definirse a la actitud como una tendencia o disposición adquirida (relativamente duradera) para responder y actuar consistentemente de una determinada manera ante diferentes clases de situaciones, personas y objetos.

En específico las actitudes asociadas a la ciencia son definidas por Manassero y Vázquez (2001) como “las disposiciones, tendencias o inclinaciones a responder hacia todos los elementos (acciones, personas, situaciones o ideas) implicados en el aprendizaje de la ciencia”, las cuales, si son positivas, favorecen el aprendizaje y si son negativas lo dificultan.

El concepto de actitud hacia la ciencia ha sido utilizado por los investigadores como una categoría general e integral, que involucra gran variedad de objetos de actitud, relacionados con la ciencia. Sin embargo, en esta investigación se entenderán las actitudes hacia la ciencia, retomando a Hernández et al. (2011) y a Vázquez y Manassero (1997): las actitudes relacionadas con la enseñanza aprendizaje de las ciencias, ante la institucionalidad y los contextos o valores, a su utilidad y la incidencia social. Una actitud positiva favorece el aprendizaje y una actitud negativa lo facilita, por lo cual es importante su estudio (Manzano, 2012).

### **1.7. Educación científica informal**

La educación informal en el sentido general se refiere a la gama de actividades no estructuradas como educativas pero que fomentan el aprendizaje. De acuerdo a la definición de la National Science Foundation (NSF), la educación científica informal consiste en “actividades de aprendizaje voluntarias y auto-dirigidas, realizadas a lo largo de la vida, y motivadas principalmente por intereses intrínsecos, curiosidad, exploración, manipulación, fantasía, realización de tareas e interacción social” (NSF, 1997).

Este tipo de educación ocurre en ambientes extraescolares y provee experiencias y motivaciones que pueden ser la base para el aprendizaje posterior. Específicamente en ciencia, tecnología y matemáticas, las experiencias de aprendizaje informal ayudan a dar un sentido de diversión y asombro adicional a una mejor

comprensión de los conceptos, temas, y procesos de pensamiento en disciplinas técnicas y científicas. La educación científica informal, es auto-dirigida, ya que cada aprendiz elige qué y cómo aprender con base en sus necesidades e intereses (Vázquez y Manassero, 2007).

Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología tienen un papel importante en el aprendizaje, “una enseñanza realmente significativa debería construirse también sobre las experiencias informales de los estudiantes, que suceden previa o paralelamente a los aprendizajes escolares” (Vázquez y Manassero, 2007, p.3). Es así que el papel de la escuela consiste en integrar las actividades de educación científica informal con el currículo escolar para optimizar los aprendizajes.



## **Capítulo 2**

### **Método**



## 2. Método

En este capítulo se presentan las especificaciones metodológicas de la investigación realizada. Primero se define el alcance y diseño del estudio. Luego se detalla la composición y tamaño de la muestra. Posteriormente se hace una reseña de la prueba piloto. Después se explica la conformación de los instrumentos de recolección de datos. Y finalmente se describe el procedimiento de trabajo de campo a nivel nacional.

### 2.1. Alcance y diseño

Con la finalidad de lograr el objetivo de la investigación, se realizó un estudio de tipo descriptivo, no experimental, transeccional (Hernández-Sampieri, Fernández y Baptista, 2014).

### 2.2. Muestra

La población del estudio es la comunidad educativa (personal directivo, personal docente, estudiantes y especialistas) de escuelas primarias públicas y particulares de México, específicamente en ciudades de más de 500,000 habitantes.

El estudio fue realizado en una muestra por conglomerados de estudiantes, docentes y directores de escuelas de educación básica públicas y particulares en México, específicamente en las ciudades: Aguascalientes, Celaya, Tuxtla Gutiérrez, Gómez Palacio, Guadalajara, Mérida, México D.F., Monterrey, Morelia, Puebla, Querétaro, Toluca, Torreón, Villahermosa y Zacatecas.

Los instrumentos de recolección de datos fueron aplicados en 37 escuelas primarias en dichas ciudades, 18 de ellas escuelas públicas y 19 particulares. En cada una se entrevistó al director, y a dos docentes, dando un total de 37 directores y 74 docentes entrevistados; y se encuestó a 1,559 estudiantes de 5° y 6° de dichas escuelas primarias seleccionados de manera aleatoria simple. La conformación de la muestra se detalla en la tabla 1.

Adicionalmente se entrevistó a nueve especialistas, nacionales e internacionales, en la enseñanza de la investigación científica en educación básica: Mtra. Marcela Correa (Coordinadora Académica de los programas de ConArte Cd. De México, México), Fís. Juan

Tonda Mazón (Subdirector de Medios Escritos, DGDC, UNAM, México); Lic. Paola Sánchez (promotora de educación básica); Dra. (c) María Isabel Rivas Marín (Pequeños Científicos, Colombia); Mtra. Mónica Yolanda Rosero Baquero (Pequeños Científicos, Colombia); Dra. Cecilia Romero (promotora de investigación en salud para educación básica, Perú); Mtro. Alfonso Maximiliano; Dr. Ángel Vázquez Alonso (Departamento de Ciencias de la Educación, Universidad de las Islas Baleares, España); y Dra. Ma. Antonia Manassero Mas (Departamento de Psicología, Universidad de las Islas Baleares, España).

**Tabla 1.** Tamaño de la muestra de estudiantes, docentes y directores.

Ciudad	Estudiantes			Docentes			Directores		
	Tipo de escuela Públi- ca	Parti- cular	Total	Tipo de escuela Públi- ca	Parti- cular	Total	Tipo de escuela Públi- ca	Parti- cular	Total
1 Aguascalientes	40	40	80	2	2	4	1	1	2
2 Celaya	40	40	80	2	2	4	1	1	2
3 Tuxtla	40	40	80	2	2	4	1	1	2
4 Gómez Palacio	63	40	103	3	2	5	1	1	2
5 Guadalajara	80	79	159	4	4	8	2	2	4
6 Mérida	40	42	82	2	2	4	1	1	2
7 México, D.F.	40	89	129	2	4	6	1	2	3
8 Monterrey	89	83	172	4	4	8	2	2	4
9 Morelia	40	40	80	2	2	4	1	1	2
10 Puebla	46	44	90	2	2	4	1	1	2
11 Querétaro	40	40	80	1	2	3	1	1	2
12 Toluca	80	80	160	4	4	8	2	2	4
13 Torreón	64	40	104	2	2	4	1	1	2
14 Villahermosa	40	40	80	2	2	4	1	1	2
15 Zacatecas	40	40	80	2	2	4	1	1	2
<b>Total</b>	<b>782</b>	<b>777</b>	<b>1559</b>	<b>36</b>	<b>38</b>	<b>74</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>37</b>

### **2.3. Instrumentos de recolección de datos**

Los instrumentos de recolección de datos consistieron en un cuestionario diseñado para cada sub-grupo de la muestra (estudiantes, docentes y directivos) con ítems que indagan datos cuantitativos y cualitativos relacionados al perfil demográfico, la percepción y actividades de enseñanza-aprendizaje de la ciencia para cada uno de los grupos de la población (estudiantes, docentes y directores). Por otro lado, para explorar la perspectiva de especialistas en el tema, la técnica de recolección de datos fue la entrevista en profundidad.

El cuestionario de estudiantes incluyó también una sección sobre educación científica informal basada en Nortey y de Pro (2010) y una sección relativa a la actitud asociada a la ciencia, basada en: El cuestionario View on Science-Technology-Society (Aikenhead y Fleming, 1989); Cuestionario de Opiniones, sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (Rubba y Harkness, 1996); Protocolo de actitudes hacia las ciencias (Vázquez y Manassero, 1997) y el instrumento utilizado por Hernández *et al.* (2011).

Con base en los instrumentos anteriores la elaboración del cuestionario para el presente estudio se desarrolló principalmente en torno a las siguientes dimensiones: a) Actitud ante el aprendizaje de la ciencia, b) Actitud hacia la institucionalidad escolar (clases de ciencias), c) Actitudes hacia la enseñanza de las ciencias, d) Utilidad, y por último, e) Incidencia social. Por lo que el instrumento quedó estructurado como se muestra en la tabla 2.

**Tabla 2.** Distribución de ítems por categorías.

<b>Categoría</b>	<b>Instrumento</b>	<b>Ítem</b>	<b>Total ítems</b>
Actitud ante el aprendizaje de las ciencia	Instrumento elaborado por: Hernández et al. (2011)	A. Aprender ciencias es interesante. B. Me gustan los temas de ciencias naturales. C. Las ciencias no tienen nada de interesante. D. Aprender ciencias es aburrido.	4
Actitud hacia la institucionalidad escolar	Hernandez et al. (2011)	E. La forma de dar la clase de ciencia es divertida. F. Creo que la clase de ciencias naturales debería ser más práctica, más actividades.	2
Actitud hacia la utilidad de la ciencia	Protocolo de Actitudes relacionadas con la ciencia, Vazquez y Manassero (1997)	G. Siento que lo que aprendo en ciencias naturales me sirve. H. La ciencia nos ayuda a resolver problemas. I. No creo que sea importante lo que aprendemos en ciencias naturales.	3
Actitud hacia la enseñanza de la ciencia	Protocolo de Actitudes relacionadas con la ciencia, Vazquez y Manassero (1997)	L. La ciencia es muy fácil. N. La ciencia es muy difícil de aprender. P. Las ciencias no tienen mucho interés para los que no son científicos.	3
Incidencia social	Protocolo de Actitudes relacionadas con la ciencia, Vazquez y Manassero (1997)	J. La ciencia no nos ayuda a prevenir catástrofes. K. La ciencia no me ayuda a pensar mejor. M. La ciencia es el medio para conocer el mundo donde vivimos. O. La curiosidad es esencial en las ciencias. Q. Las ciencias nos defienden de los que tratan de engañarnos (adivinos, brujas...).	5

Se realizó un análisis de factores para identificar la validez de constructo de la sección del instrumento para estudiantes que midió su actitud hacia la ciencia. En dicho análisis aparecieron cuatro factores importantes, de los cuales uno de ellos es el más importante ya que contribuye al 21.24% de la medida total, un segundo factor con poco menos del 13% de la medición y otros dos con 6.7% y 6% total de la varianza. Los resultados de esta medición pueden observarse en la tabla 3.

**Tabla 3. Resultados del análisis de factores**

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3.612	21.244	21.244	3.612	21.244	21.244
2	2.161	12.712	33.956	2.161	12.712	33.956
3	1.133	6.667	40.623	1.133	6.667	40.623
4	1.023	6.018	46.641	1.023	6.018	46.641
5	.919	5.407	52.049			
6	.911	5.357	57.405			
7	.867	5.098	62.503			
8	.811	4.773	67.277			
9	.763	4.486	71.762			
10	.745	4.381	76.144			
11	.673	3.957	80.101			
12	.670	3.942	84.043			
13	.653	3.842	87.885			
14	.603	3.549	91.434			
15	.569	3.349	94.783			
16	.483	2.843	97.626			
17	.404	2.374	100.000			

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales.

Dicho análisis proporcionó cuatro factores, los cuales fueron denominados *Actitud ante la enseñanza-aprendizaje de la ciencia*, *Imagen ante la ciencia*, *Incidencia social* y *Actitud hacia la institucionalidad escolar*, los cuales quedaron compuestos como muestra la tabla 4.

Los cuatro factores representativos se conformaron en base a aquellos ítems que contaron con una ponderación mayor a 0.4 de la matriz de componentes, aquellos reactivos que no cargaron significativamente en ningún factor se eliminaron de todos los cálculos por no aportar a la validez de las mediciones (ver tabla 4).

**Tabla 4.** Matriz de componentes<sup>a</sup>

	Componente			
	1	2	3	4
42A. Que tan de acuerdo estas con: Aprender ciencias es interesante.	.507	.423		
42B. Que tan de acuerdo estas con: Me gustan los temas de ciencias naturales.	.520			
42C. Las ciencias no tienen nada de interesante.	.657			
42D. Aprender ciencias es aburrido.	.686			
42E. Que tan de acuerdo estas con: La forma de dar la clase de ciencia es divertida.	.412	.466		
42F. Creo que la clase de ciencias naturales debería ser más práctica, más actividades.				.758
42G. Que tan de acuerdo estas con: Siento que lo que aprendo en ciencias naturales me sirve.	.487			
42H. Que tan de acuerdo estas con: La ciencia nos ayuda a resolver problemas.		.401		
p42I. No creo que sea importante lo que aprendemos en ciencias naturales.	.685			
p42J. La ciencia no nos ayuda a prevenir catástrofes.			.439	
p42K. La ciencia no me ayuda a pensar mejor	.539			
42L. Que tan de acuerdo estas con: La ciencia es muy fácil.		.445		

42M. Que tan de acuerdo estas con: La ciencia es el medio para conocer el mundo donde vivimos.			
p42N. La ciencia es muy difícil de aprender.	.471		
42O. Que tan de acuerdo estas con: La curiosidad es esencial en las ciencias.			.410
p42P. Las ciencias no tienen mucho interés para los que no son científicos.	.530		
42Q. Que tan de acuerdo estas con: Las ciencias nos defienden de los que tratan de engañarnos (adivinos, brujas...).			.482

Método de extracción: Análisis de Componentes Principales.

a. 4 componentes extraídos

Quedando los factores compuestos como muestra la tabla 5.

**Tabla 5. Composición de factores.**

Factores	Ítem	Total
1) Actitud ante la enseñanza-aprendizaje de las ciencias	A. Aprender ciencias es interesante. B. Me gustan los temas de ciencias naturales. C. Las ciencias no tienen nada de interesante. D. Aprender ciencias es aburrido. E. La forma de dar la clase de ciencia es divertida. G. Siento que lo que aprendo en ciencias naturales me sirve. I. No creo que sea importante lo que aprendemos en ciencias naturales. K. La ciencia no me ayuda a pensar mejor. N. La ciencia es muy difícil de aprender. P. Las ciencias no tienen mucho interés para los que no son científicos.	10 ítems
2) Imagen ante las ciencias	E. La forma de dar la clase de ciencia es divertida. H. La ciencia nos ayuda a	3 ítems

	resolver problemas. L. La ciencia es muy fácil.	
3) Incidencia social	J. La ciencia no nos ayuda a prevenir catástrofes. O. La curiosidad es esencial en las ciencias. Q. Las ciencias nos defienden de los que tratan de engañarnos (adivinos, brujas...).	3 ítems
4) Actitud hacia la institucionalidad escolar	F. Creo que la clase de ciencias naturales debería ser más práctica, más actividades.	1 ítem

Nota: el ítem 42E, se colocó en dos dimensiones para poder explicar un poco más del fenómeno de estudio, además de que su valor carga en ambos factores. El ítem 42M, se eliminó debido que su valor es menor a .4, por lo tanto no carga hacia ningún factor.

Para medir la confiabilidad de la misma sección, se realizó el análisis de factores. El coeficiente Alfa de Cronbach fue 0.68 en la sección de actitud hacia la ciencia, y en el factor *Actitud ante la enseñanza-aprendizaje de la ciencia* tuvo un valor de 0.755.

#### 2.4. Prueba piloto

La prueba piloto consistió en la aplicación de los instrumentos de recolección correspondientes a cada subgrupo: estudiantes, docentes y directivos. Para poner a prueba la claridad, pertinencia y efectividad de los distintos instrumentos de recolección de datos del proyecto se aplicó la versión final diseñada en gabinete, en dos escuelas primarias en el estado de Guanajuato.

El total de instrumentos aplicados en la prueba piloto fue de 133 cuestionarios a estudiantes de quinto y sexto grado de primaria, 4 a docentes y 2 a directores. En cada aplicación se tomó nota de las observaciones y dudas de los encuestados y entrevistados al respecto de la redacción, claridad, pertinencia, suficiencia y precisión de las preguntas, opciones de respuesta e indicaciones para el encuestador. Posteriormente se analizaron también las respuestas de los encuestados y entrevistados.

Los resultados de la prueba piloto generaron las correcciones a realizar en los instrumentos de recolección de datos. A su vez, la

elaboración de la prueba piloto arrojó resultados preliminares acerca del aprendizaje de la investigación.

## **2.5. Trabajo de campo**

El equipo de trabajo estuvo dirigido por el Dr. Roberto Hernández Sampieri, director de Investigación de la Universidad de Celaya y Responsable Técnico del proyecto ante CONACYT. Las investigadoras que colaboraron en el equipo fueron la Mtra. Ana Cuevas Romo, la Mtra. Brenda Elizabeth Leal Pérez (becaria CONACYT) y la Dra. Christian Paulina Mendoza Torres (becaria CONACYT).

El trabajo de campo fue coordinado y supervisado por la Lic. Miriam López Barroso y realizado por los investigadores de campo: Ana Elvira Prieto Ancona, Ana Lilia Valdes Vega, Aurora López Barroso, Cecilia Alejandra Rojas Cáceres, Cecilia Hernández González, Claudia Teodora Navarro Orozco, Cynthia Morales Marquez, Denneb Bernal Valadez, Elizabeth Pérez Zúñiga, José Daniel Rodríguez de León, José Édgar Méndez Valencia, José Felipe Ojeda Hidalgo, Karla Juárez Torres, Leticia Pérez Zúñiga, María del Carmen Arellano Vargas, Paola Tolentino Sierra, Rosalía de la Fuente Vázquez, y Silvia Estrella Manríquez Aguirre.

Para asegurar el rigor científico de la investigación se cumplió con los estándares de ética a nivel internacional reconocidos por organismos como la American Psychological Association y la International Sociological Association.



## **Capítulo 3**

### **Perspectiva de los estudiantes**



### **3. Perspectiva de los estudiantes**

Este capítulo presenta los resultados obtenidos de la muestra de estudiantes de quinto y sexto grado de primaria. Primero se muestra su perfil demográfico; después su percepción de las materias que cursan, para indagar posteriormente en su percepción de Ciencias Naturales; posteriormente las actividades de enseñanza y aprendizaje de la ciencia y de la investigación que reportan; así como las actividades de educación científica informal que realizan y la medición de su actitud hacia la ciencia.

#### **3.1. Perfil de los estudiantes de la muestra**

De los 1,559 estudiantes entrevistados, el 49.1% son niños y 50.9% niñas. Un 49.4% de ellos estudia quinto grado y 50.6% sexto grado de primaria. Como ya se mencionó, 48.3% son estudiantes de escuelas públicas de educación básica y 51.7% de escuelas primarias particulares de las ciudades de Aguascalientes, Celaya, Chiapas, Gómez Palacio, Guadalajara, Mérida, Distrito Federal, Monterrey, Morelia, Puebla, Querétaro, Toluca, Torreón, Villahermosa y Zacatecas.

#### **3.2. Percepción sobre las materias que cursan**

Al preguntarles a los estudiantes acerca de sus materias curriculares, hay congruencia entre las materias que más les gustan a los estudiantes y aquellas en las que perciben que aprenden más como se detalla en la tabla 6, ya que las materias que ellos señalan como las que más les gustan son Matemáticas (30.5%), Ciencias Naturales (28.3%) y Español (21.3%). Y las que perciben como las materias en las que aprenden más son Matemáticas (38%), Ciencias Naturales (30.5%), Español (10.9%), Historia (10.1%) y otras (10.5%).

**Tabla 6. Percepción de sus materias**

Materia	¿Cuál es la materia que más te gusta?				¿En qué materia crees que aprendes más?
	1er mención %	2a mención %	3er mención %	Total acumulado %	
Español	21.3	18.9	16.5	56.7	10.9
Matemáticas	30.5	15.9	11	57.4	38
Ciencias Naturales	28.3	26.8	19.6	74.7	30.5
Geografía	3.2	6.6	11.7	21.5	2.4
Historia	8.5	12.9	14.5	35.9	10.1
Formación Cívica y Ética	3.8	10.7	13.2	27.7	5.7
Educación Artística	4.4	8.2	13.5	26.1	2.4
Total	100	100	100	300	100

Los motivos más mencionados por los cuales ciertas materias son las que más les gustan se muestran en la tabla 7 son: *porque es divertida/interesante* (21.9%), *que aprendo* (16.9%), *lo que aprendo lo voy a aplicar* (9.9%), *los proyectos* (9.5%), *me gusta como da la clase el maestro(s)* (6.2%), *los experimentos* (6.1%) entre otros (29.5%).

**Tabla7. Lo que más les gusta de sus tres materias preferidas**

Característica	1er materia mencionada %	2da materia mencionada %	3er materia mencionada %	Total acumulado %
Que es divertida, interesante	21.9	15.9	15.2	53.0
Que aprendo	16.9	12.1	14.9	43.9
Los proyectos	9.5	13.2	11.8	34.5

Que lo que aprendo lo voy a usar/aplicar	9.9	9.2	7.1	26.2
Los experimentos	6.1	10	7.7	23.8
Que la disfruto	5.7	7.9	7.2	20.8
Me gusta como da la clase el maestro(a)	6.2	6.4	7.5	20.1
Que me ayuda a pensar	5.9	5.4	7.6	18.9
Que los temas son fáciles	3.5	5.1	6.2	14.8
Las operaciones (ejercicios)	5	4.7	4	13.7
Las actividades (jugar, cantar, etc.)	2.4	5.2	5.7	13.3
Que aprendo a resolver problemas	4.3	3.2	3	10.5
Otro	2.8	1.8	2.1	6.7
Total	100	100	100	300

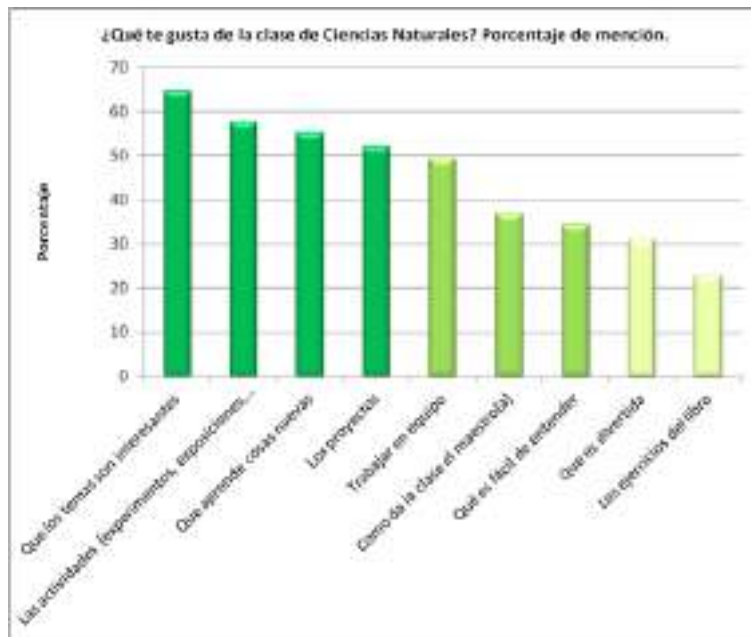
Cuando se les pregunta acerca de la razón por la cual consideran que en cierta materia aprenden más, casi la mitad de ellos (46.8%) señala que porque *les gusta y es interesante*, seguida por la razón de que *el maestro(a) explica bien* (15.1%), porque *consideran que lo que aprenden lo van a usar/aplicar* (8.8%), porque *los temas son sencillos y los entienden* (8.3%) y otros motivos con menor porcentaje (21.1%).

### 3.3. Percepción sobre Ciencias Naturales

Específicamente sobre la materia de Ciencias Naturales, se les preguntó a la muestra de estudiantes qué tanto les agrada, la respuesta es consistente con los resultados a las preguntas previas, ya que más de la mitad (68.1%) mencionó que la materia

les gusta *mucho*, una cuarta parte (28.3%) dijo que *algo*, unos cuantos estudiantes (2.9%) respondió que les gusta *poco* y menos del 1% mencionó que *nada*.

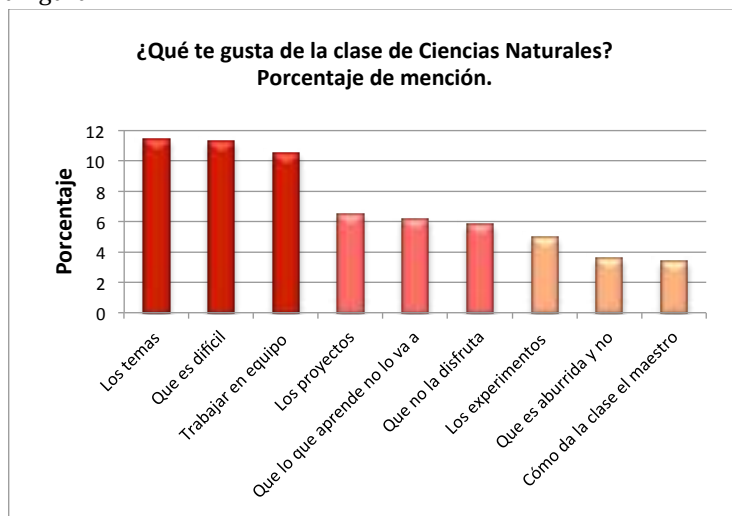
Acercas de los aspectos que les gustan de dicha materia, en la figura 1 se observa que la mayoría de los estudiantes mencionaron varios aspectos: que *los temas son interesantes* (64.7%), *las actividades* (57.7%), que *aprende cosas nuevas* (55.1%), *los proyectos* (52%), *trabajar en equipo* (49.3%), *la forma en que el maestro(a) da la clase* (36.8%), que *es fácil de entender* (34.4%), que *es divertida* (30.9%) y los *ejercicios del libro* (22.8%).



**Figura 1:** Aspectos que les gustan de la materia de Ciencias Naturales.

Por otro lado, los aspectos que no les gustan de la materia de Ciencias Naturales son: *los temas* (11.4%), que *es difícil* (11.3%), *trabajar en equipo* (10.5%), *los proyectos* (6.5%), que *consideran que lo que aprenden no lo van a aplicar* (6.2%), que *no la disfrutan* (5.8%), *los experimentos* (5%), que *es aburrida y no es interesante*

(3.6%), cómo da la clase el maestro(a) (3.4%), como se muestra en la figura 2.



**Figura 2:** Aspectos que no les gustan de la materia de Ciencias Naturales.

Ambas preguntas (qué les gusta y qué no les gusta de la materia de Ciencias Naturales) podían tener respuestas múltiples, y se puede observar que hubo 6,355 menciones de aspectos de la materia de Ciencias Naturales que sí les gustan, y 987 menciones de aspectos que no les gustan, lo cual es una razón de 6.4 aspectos que sí les gustan a 1 que no les gusta de la materia de Ciencias Naturales.

### 3.4. Actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación

Casi la totalidad de los estudiantes encuestados (98.8%) mencionó que han realizado investigaciones como parte de actividades y tareas escolares, de ellos, al 93.1% les gustó y 82.3% mencionó que les fue fácil llevarla a cabo.

Al preguntarles en cuál(es) de los siguientes formatos presentaron los resultados de su investigación, mencionaron: 52.1% cartel, 30.3% documento digital, 38.8% exposición oral,

28.2% medios impresos, 22.5% folleto, 17.4% periódico mural, 12.1% obra de teatro, 10.4% grabaciones de video y/o audio, 9.1% ferias y eventos, 8.8% debate, 5.8% mesa redonda, 5.1% portal web de la escuela y 10.8% en otros formatos.

De la lista de actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación que se muestra en la tabla 8, se les pidió a los estudiantes que señalaran si en el último año habían realizado cada una de ellas y si les había gustado o no. Las actividades más realizadas fueron: trabajos en equipo (98.4%); búsquedas de información en internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc. (96.4%), experimentos (94.1%) y maquetas (93.9%). De las actividades incluidas en dicha lista, las de mayor porcentaje de estudiantes que mencionó que les gusta realizar son: experimentos (89.3%), trabajos en equipo (89.2%), y maquetas (87%).

**Tabla 8.** Realización y gusto por las actividades relacionadas con la enseñanza-aprendizaje de investigación.

Actividad	Sí ha realizado esta actividad		No ha realizado esta actividad %
	Sí le gustó %	No le gustó %	
Ha asistido a eventos especiales para aprender ciencias	62	5.4	32.6
Ha asistido a museos	81.5	5.1	13.4
Ha asistido a parques, plazas, empresas, fábricas y otros lugares para aprender	85.2	4.6	10.2
Ha realizado búsquedas de información en internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc.	85	11.4	3.6
Ha realizado experimentos	89.3	4.8	5.9
Ha realizado encuestas y/o entrevistas	79.8	8.9	11.3
Ha realizado maquetas	87	6.9	6.1
Ha hecho observaciones y registrado lo que observaste en diarios, bitácoras o fichas de trabajo	57.4	9.3	33.3
Ha visto películas o videos sobre ciencias	76.9	12.7	10.4
Ha hecho trabajos en equipo	89.2	9.2	1.6

De las 10 actividades enlistadas, los estudiantes encuestados han realizado un promedio de 8.45 de ellas, el 27.5% ha realizado todas las actividades, el 28.1% ha realizado nueve de ellas, es decir que más de la mitad han realizado 9 o 10 de las 10 actividades enlistadas, esto muestra la diversidad presente en el aula de las escuelas de la muestra.

### **3.5. Educación científica informal**

Para saber si los estudiantes cuentan con formación científica fuera del aula, como realizar actividades de ocio con contenido científico, se les preguntó cuáles actividades de educación científica informal realizan, los estudiantes respondieron: 37.7% cuentan con juguetes que tengan que ver con las ciencias (telescopio, microscopio, juego de química, lupas, periscopio, etc.). Un 37.5% conoce algún juego de computadora, *tablet* o consola relacionado con la ciencia. El 32.8% conoce alguna página de internet sobre ciencias. El 55.4% ha leído revistas sobre ciencia como *Muy Interesante Junior*, *National Geographic*, *Quo*, *Cuadernos de Experimentos para Niños*, entre otras. Y el 84.8% ve canales de TV con contenido científico (*Discovery Kids*, *Animal Planet*, *Nat Geo*, *Canal Once Niños*, entre otros).

### **3.6. Actitud de los estudiantes hacia la ciencia**

En la escala de actitud hacia la ciencia diseñada en el instrumento de recolección en un rango de 1 a 4, donde 1 es la actitud menos favorable y 4 la más favorable, la respuesta promedio de los estudiantes fue de 3.14, lo que refleja una actitud positiva hacia la ciencia, en la figura 3 se reportan las respuestas desagregadas por ítem. se marca en color verde las ponderaciones con mayor valor otorgadas por los alumnos con tendencia positiva hacia la ciencia, donde se puede observar que la mayoría de sus respuestas coinciden con una actitud favorable hacia las ciencias, a manera de ejemplo se puede decir que el 64.7% de los encuestados está totalmente de acuerdo en que aprender ciencias es interesante ítem 42A y en el ítem 42D el 63.2% opina estar totalmente en desacuerdo en que aprender ciencias es aburrido, demostrando así congruencia en sus respuestas.

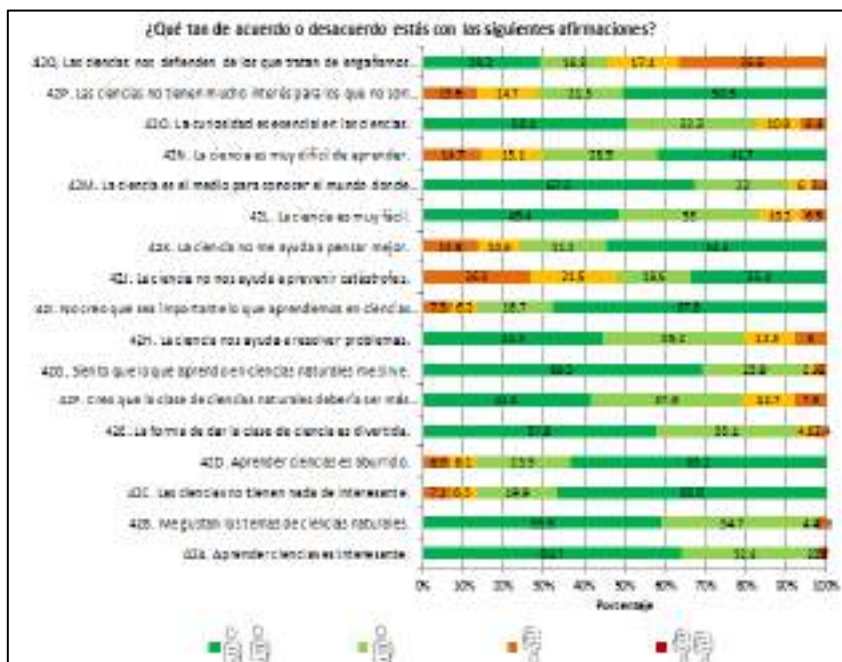


Figura 3: Actitudes asociadas a la ciencia

Se realizó una serie de pruebas de hipótesis, a través de la comparación de medias con la prueba *t* de student, para analizar si había diferencias significativas en la actitud hacia la ciencia de estudiantes de distintos subgrupos de la muestra. En dichas pruebas se encontró que no hay diferencia significativa en la actitud hacia la ciencia ni por tipo de escuela (pública o particular) ni por género (niño o niña). Este hallazgo se vuelve relevante en cuanto a que se puede afirmar que los niños de la muestra tienen una actitud positiva hacia la ciencia de manera general, sin importar si son niños o niñas, sin importar si estudian en escuelas públicas o particulares de la muestra.

## **Capítulo 4**

### **Perspectiva de los docentes**



## **4. Perspectiva de los docentes**

En este capítulo presenta el perfil de los docentes entrevistados y las opiniones que expresaron respecto a las materias relacionadas con la ciencia y la investigación; la enseñanza de la investigación; los recursos y apoyos didácticos de esta última; la evaluación del aprendizaje de investigación; los obstáculos en la enseñanza de la investigación; la capacitación docente y las sugerencias para mejorar la enseñanza-aprendizaje de investigación.

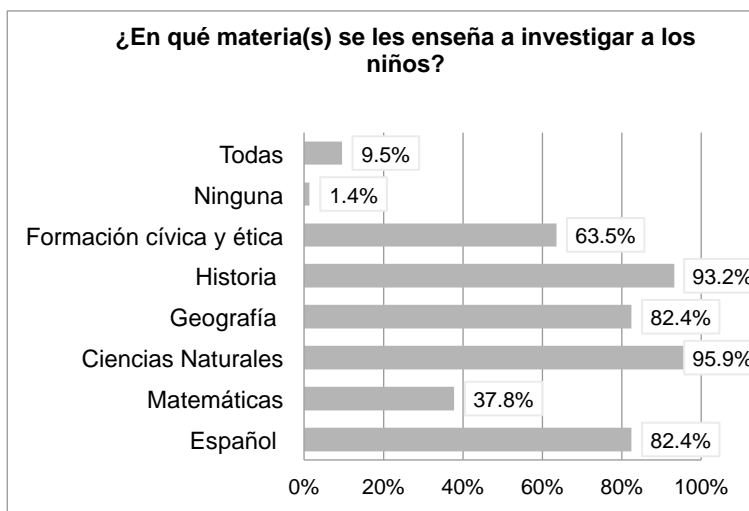
### **4.1. Perfil de los docentes entrevistados**

Se entrevistó a los maestros y maestras de estudiantes encuestados, siendo un total de 74 docentes. De ellos 36 laboran en escuelas primarias públicas y 38 en particulares; 35 atienden grupos de quinto grado, 36 grupos de sexto y tres están a cargo de ambos grados. El 25.7% son hombres y 74.3% mujeres. Los entrevistados tienen 14.89 años de experiencia docente en promedio, y actualmente atienden a un promedio de 29.91 estudiantes en su salón.

En cuanto a su formación académica, las tres licenciaturas prevalecientes de los participantes fueron: educación primaria, psicología educativa y pedagogía. De ellos, 13 maestros han estudiado una maestría, cinco cuentan con una especialidad y siete con diplomados.

### **4.2. Materias relacionadas con la ciencia y la investigación**

Se les preguntó en cuál materia enseñan a investigar, como se presenta en la figura 4, la mayoría mencionaron Ciencias Naturales e Historia, seguidas de Geografía y Español. La materia en la que menos profesores mencionan enseñar a investigar es Matemáticas. Solamente un docente mencionó que en ninguna materia enseña a investigar.



**Figura 4.** Materias en las que enseñan a investigar

Las razones por las cuales consideran que se les imparten las materias señaladas como principales para la enseñanza de investigación fueron las que se muestran en la tabla 9, de acuerdo con la tendencia de sus opiniones.

**Tabla 9.** Razones por las cuales se enseña investigación en las asignaturas de Ciencias Naturales e Historia.

<b>Primer mención: Ciencias Naturales</b>	<b>Segunda mención: Historia</b>
1.- Obtención de conocimientos significativos para tomar decisiones y resolver problemas.	1.- Generar interés por la investigación.
2.- Aprender sobre el medio ambiente, su cuerpo y el cuidado de ambos.	2.- Conocer acerca del pasado para comprender su futuro.
3.- Enseñar el método científico y formar un pensamiento crítico.	3.- Motivar a los niños a contrastar sus conocimientos previos, interpretar y explicar acontecimientos de su entorno.

Para planear las materias anteriormente señaladas los docentes toman en cuenta, en primera instancia el programa que proporciona la SEP (86.5%), en segunda mención señalaron diseñarlos ellos mismos (12.2%) y con menor mención aludieron a otras opciones entre estas: los libros de textos, guías de apoyo y programas proporcionados por la escuela.

### 4.3. Enseñanza de investigación

Los participantes de la muestra mencionaron que los recursos bibliográficos que utilizan para planear los temas de investigación son los siguientes, los cuales se ordenaron considerando la tendencia de sus respuestas:

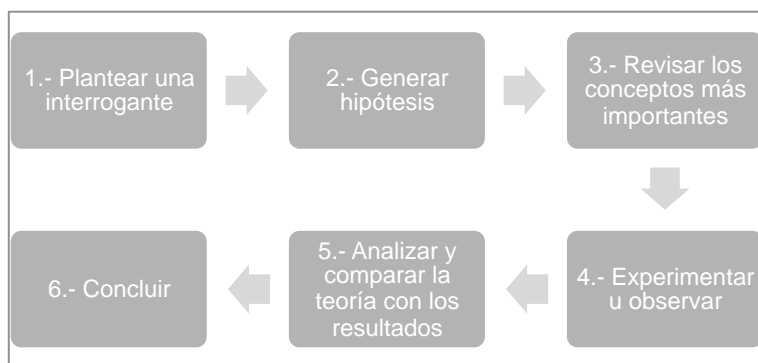
- Referencias otorgadas por la SEP.
- Material bibliográfico de la institución.
- Material de editoriales como Santillana y Norma.
- Información detectada en internet.
- Revistas, películas y documentos científicos.
- Programa de tabletas.

Se les cuestionó a los profesores entrevistados acerca de los elementos que consideraban esenciales en el programa de estudios para que el niño aprenda a investigar, a lo cual otorgaron las opiniones a expuestas en la figura 5. Cabe mencionar que más de la mitad de los participantes aludieron a frases con las palabras claridad y secuencia como parte del proceso o actividades que se sugieren en los planes de estudios.

Incluir actividades que favorezcan la relación con la ciencia, tecnología y sociedad.	Mostrar de manera gradual la utilidad del método científico a través de casos y actividades que despierten el interés por la investigación.	Planteamiento de problemas que los enseñen a investigar, experimentar y generar conclusiones.
Estrategias con un objetivo, una justificación y el aprendizaje que se espera del resultado de la investigación.	Textos motivantes y adaptados a las necesidades y nivel del alumno.	Guías para que el docente pueda aprender cómo fomentar la investigación y sugerencias de fuentes bibliográficas para apoyarse.

Figura 5. Elementos esenciales en el programa de estudios

Los pasos que enseñan los docentes de la muestra a sus alumnos para hacer investigación se determinaron en función al análisis de las 74 respuestas abiertas que otorgaron. Si bien las fases señaladas forman parte del método científico, aunque el orden expuesto por los maestros variaba de acuerdo al objetivo de la práctica que asignan a los alumnos. En la figura 6 se ilustra el producto del análisis de las respuestas de los docentes entrevistados.



**Figura 6.** Pasos que los docentes muestran al enseñar a investigar.

Algunos docentes mencionaron los pasos haciendo alusión a la búsqueda de información o investigación de algún tema, no propiamente un proceso para efectuar investigación empírica. Entre los pasos que señalaron para dichos casos, cabe mencionar: 1.- Otorgar un tema, 2.- Sugerir fuentes de información para investigar acerca del mismo, 3.- Seleccionar y obtener ideas principales y 4.- Ordenar el material para exponer el resultado de la búsqueda o efectuar una conclusión, mapa mental o diagrama.

Derivado de la pregunta anterior, se les cuestionó acerca de las estrategias que utilizan para desarrollar las competencias de investigación que señalan los programas de educación de la SEP.

Las opiniones otorgadas se clasifican dentro de las siguientes estrategias, de acuerdo a los ejemplos señalados:

- Elaboración de cuadros sinópticos, mapas conceptuales, debates, cuestionarios y/o síntesis.
- Actividades de comprensión y análisis de la información detectada.
- Actividades encaminadas a generar interés para explicar fenómenos naturales, sociales e históricos.
- Elaboración de experimentos sencillos para comprobar hipótesis.
- Trabajo de campo reforzado con cuestionarios.
- Dinámicas, juegos y/o preguntas detonadoras para generar dudas y comenzar nuevos temas.
- Actividades donde hagan uso de tecnologías de la información o se apoyen en medios audiovisuales como películas relacionadas con el tema a investigar o documentales.

Al preguntarles si consideran que la enseñanza de investigación es importante en el futuro de sus estudiantes, 71 docentes dijeron que *mucho*, dos contestaron *algo* y uno *muy poco*. Entre las razones de dichas respuestas se mencionan las siguientes, las cuales representan aquellos que marcaron la opción “mucho”.

- La investigación genera aprendizajes significativos que le permitirán tomar decisiones críticas en diversas situaciones de su vida.
- Enfrentarse a los problemas reales de la sociedad y dar soluciones asertivas, de acuerdo a su observación, análisis y crítica.
- Es una competencia señalada por los programas educativos y deben aprenderla para la vida.
- Es la base para generar conocimientos sólidos, basados en el análisis, juicio y valoración.
- La investigación es la herramienta para que el alumno aprenda de manera autónoma, generando preguntas y resolviendo sus dudas de manera crítica.

- Aprender a investigar les permitirá enfrentarse a los cambios que nos depara el futuro y valorar su entorno.

Aquellos casos que mencionaron respuestas como “muy poco” o “algo”, aluden a las siguientes razones:

- Es importante y útil, pero no se le da seguimiento como debería porque los planes de estudio no lo permiten.
- Falta apoyo de recursos para poder enseñarlos a investigar para que les sea útil en su futuro.

#### 4.4. Recursos y apoyos didácticos en la enseñanza de la investigación

A los docentes se les mencionó una lista de actividades para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación, y se les preguntó si utilizaban cada una de ellas, la frecuencia y se les pidió que ofrecieran un ejemplo de cada actividad. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10, en la cual se observa que las actividades que casi la mayoría de los docentes mencionó sí haber realizado con sus estudiantes son: la búsqueda de información en internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc.; la búsqueda en mapas; los experimentos; las maquetas y el registro de actividades u observación en diarios.

**Tabla 10.** Recursos y apoyos didácticos señalados por los docentes

Recursos y apoyos didácticos	¿Los utiliza? Docentes Porcentaje		¿Con qué frecuencia? Docentes que dijeron que sí utilizan el recurso. Porcentaje.					
	Sí	No	Más de una vez al mes	Una vez al mes	Varias veces al semestre	Una vez al semestre	Una vez al año	Menos de una vez al año
	Búsquedas de información en internet, libros,	98.6	1.4	75.7	13.5	8.1	0	2.7

revistas, periódicos, folletos, etc.								
Experimentos	94.5	5.5	23.9	25.4	36.6	9.9	1.4	2.8
Visitas a lugares virtuales: bibliotecas digitales, museos virtuales, Google Earth, etc.	69.0	31.0	42.6	16.7	16.7	9.3	7.4	7.4
Realización de encuestas y/o entrevistas	80.3	19.7	18.5	38.9	24.1	9.3	5.6	3.7
Realización de maquetas	91.4	8.6	13.6	12.1	45.5	22.7	6.1	0
Registro de actividades u observaciones en diarios	85.5	14.5	62.1	10.3	15.5	6.9	1.7	3.4
Búsquedas en mapas	97.2	2.8	53.7	22.4	19.4	4.5	0	0
Ferias de ciencia en la escuela	50.0	50.0	12.8	7.7	5.1	15.4	43.6	15.4
Ferias de ciencia fuera de la escuela	16.2	83.8	4.3	13.0	4.3	13.0	13.0	52.2
Ferias ambientales	31.9	68.1	16.1	9.7	6.5	12.9	32.3	22.6
Feria Internacional de libros	52.2	47.8	13.5	13.5	2.7	8.1	43.2	18.9
Visitas a museos	67.1	32.9	6.0	6.0	20.0	20.0	42.0	6.0
Actividades en parques, plazas o aire libre	44.1	55.9	5.0	5.0	17.5	22.5	22.5	27.5
Visitas a empresas, oficinas, instituciones	34.8	65.2	0.0	2.7	8.1	10.8	40.5	37.8

De dichas actividades, aquellas que los docentes entrevistados consideran que las que más apoyan la formación para la investigación son principalmente: la búsqueda de información en internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc.; las visitas a museos; las ferias de ciencia en la escuela; la búsqueda en mapas; los experimentos; la realización de maquetas y las visitas a lugares virtuales como bibliotecas digitales, museos virtuales, *Google Earth*, entre otros. La tabla 11 presenta estos datos a detalle.

**Tabla 11.** Recursos y apoyos didácticos señalados por los docentes

Recursos y apoyos didácticos	¿Qué tanto apoya la formación para la investigación? Docentes que sí lo utilizan. Porcentaje.			
	Nada	Poco	Algo	Mucho
Búsquedas de información en internet, libros, revistas, periódicos, folletos, etc.	1.4	0.0	16.7	81.9
Experimentos	2.9	4.3	28.6	64.3
Visitas a lugares virtuales: bibliotecas digitales, museos virtuales, Google Earth, etc.	5.6	5.6	27.8	61.1
Realización de encuestas y/o entrevistas	4.9	3.3	37.7	54.1
Realización de maquetas	1.5	4.6	30.8	63.1
Registro de actividades u observaciones en diarios	3.3	3.3	31.1	62.3
Búsquedas en mapas	2.9	5.7	25.7	65.7
Ferias de ciencia en la escuela	4.9	12.2	17.1	65.9
Ferias de ciencia fuera de la escuela	21.4	14.3	17.9	46.4
Ferias ambientales	14.3	3.6	32.1	50.0
Feria Internacional de libros	12.1	18.2	21.2	48.5
Visitas a museos	6.0	4.0	22.0	68.0
Actividades en parques, plazas o aire libre	7.5	7.5	32.5	52.5
Visitas a empresas, oficinas, instituciones	15.8	5.3	23.7	55.3

Los recursos más usados resultan consistentes con el resto de las respuestas otorgadas por los docentes en las preguntas relacionadas con los pasos que sigue para enseñar investigación, las estrategias que utiliza para generar competencias y los elementos esenciales que debe contener el programa de estudios para que el niño aprenda a investigar.

Entre las respuestas mencionadas por los profesores, al cuestionarles acerca de las estrategias que han sido las mejores para la formación de competencias de investigación en los estudiantes, se enlistan a continuación.

Para la formación de competencias de observación:

- Listas de cotejo o bitácoras de un fenómeno observado.
- Comparación de información de otros autores y lo observado para llegar a una conclusión.
- Anotaciones de recortes, dibujos, fotografías y videos expuestos, guiados por cuestionarios.
- Ejecución de experimentos para su observación y registro de los resultados.
- Siguen estrategias que señale el libro de texto.

Para la formación de la competencia *pensamiento crítico*, entendido como la afirmación de un juicio de verdad, después de haber reunido pruebas y ponderado las evidencias suficientes mencionan:

- Debates a partir de los resultados de una investigación para confrontar sus opiniones fundamentadas en los análisis realizados.
- Elaboración de cuadros sinópticos, diagramas, mapas mentales para llegar a una opinión de la información analizada y presentarla al grupo.
- Revisión de diversas fuentes bibliográficas acerca de un tema para generar una conclusión propia.
- Generación de hipótesis a partir de la recopilación de información.

- Análisis de experiencias que representan para ellos triunfos o fracasos para generar una reflexión de aprendizaje.

Para la formación de la competencia *pensamiento creativo*, entendido como aquel que permite que los estudiantes cultiven el pensamiento sistemático y divergente, conllevando a un aprendizaje autónomo que se manifiesta a través de la independencia y originalidad. O también como la creación, identificación, planteamiento y solución divergente de un problema, los docentes señalaron:

- Trabajo en equipo o parejas para presentar al grupo sus resultados y plantear conclusiones alternas a las establecidas.
- Aportación de sugerencias diferentes a las mencionadas en los libros y /o apoyos didácticos.
- Elaboración de exposiciones de temáticas asignadas por equipo donde se refleje la planeación, organización y presentación argumentativa de la información investigada.
- Solución de retos matemáticos
- Presentación de sociodramas con personajes cuyo objetivo sea solucionar problemáticas de su contexto como niños.
- Elaboración de carteles, collage de fotos y dibujos, folletos, maquetas, etc., de acuerdo con la asignatura.
- Vincular temas con la asignatura de expresión artística para desarrollar la creatividad (transversalidad).

Con el propósito de permitir *la formación de habilidades para evaluar la información*, tales como localizarla, evaluarla y usarla efectivamente para cubrir sus necesidades, se puede mencionar a:

- Autocorrección grupal de una actividad considerando la revisión que efectuaron de manera individual.
- Lectura y cuestionarios de comprensión.
- Comparaciones de un solo tema asignado a todo el grupo con respecto a las fuentes consultadas para analizar lo que se encontró.

- Diversas investigaciones guiadas por una rúbrica para filtrar la información detectada.
- Revisión de distintos tipos de fuentes de información para seleccionar lo que mejor responda a los cuestionamientos planteados por el docente.
- Confrontación de ideas en debates con la información detectada por equipos de trabajo respecto a un tema asignado.

Para el *aprendizaje permanente*, entendido como “aprender a aprender”, cuando el individuo ordena sus múltiples conocimientos acumulados de manera que puedan comprender su sentido, dirección y utilidad a lo largo de su vida:

- Desarrollar proyectos de vida personal, de acuerdo a sus habilidades y gustos.
- Investigar, analizar, comprender, corregir y diseñar de manera personal y grupal alternativas a los problemas planteados por el docente.
- Actividades para comprender textos y desarrollar habilidades lingüísticas de manera sistemática y permanente para mejorar su comunicación verbal y escrita.
- Proyectos integradores donde el alumno aplique los conocimientos adquiridos a lo largo del ciclo escolar.
- Resolución semanal de problemas cotidianos donde se ponga en práctica el aprendizaje obtenido.
- Generar ambientes de aprendizaje donde los alumnos investiguen y busquen la utilidad de lo encontrado para su vida presente o futura.

Para la formación de la *habilidad para responder preguntas o identificar problemas*:

- Elaboración de encuestas y entrevistas.
- Lectura de diversos textos y extracción de las ideas principales para contestar preguntas asignadas por el docente.
- Mesas redondas para detonar conclusiones que resuelvan la problemática establecida.

- Plantear un problema y exponer los pasos que desarrollaron para llegar a la solución.
- Actividades de causa-consecuencia.

Para la formación de la *habilidad de planear y llevar a cabo experimentos*:

- Los experimentos que se desarrollan en clase son los señalados en el libro.
- Se ejecutan los experimentos con el apoyo del docente y en equipos o de manera individual se determinan sus resultados.
- Los experimentos que se realizan en la práctica son pocos, ya que no hay tiempo suficiente para ello.
- Se trabajan en el laboratorio siguiendo los pasos del método científico y plasmando cada etapa en la libreta o rotafolios.
- Los alumnos trabajan en un experimento libre durante el ciclo escolar para presentarlo en la feria de ciencias.
- Realizan investigaciones, plantean hipótesis y llevan a cabo los experimentos necesarios para comprobarlas o refutarlas.

Con el propósito de alcanzar la formación de la *habilidad para diseñar, construir y evaluar dispositivos o modelos*:

- Se diseñan modelos o dispositivos como parte de los experimentos que se realizan en las materias de ciencias naturales y geografía.
- Proyectos en la clase de artísticas con materiales libres a los cuales tengan acceso en casa.
- Actividades encaminadas a investigar qué y cómo se hará un dispositivo para después efectuar las modificaciones en función a su implementación y evaluación.
- Se efectúan maquetas de acuerdo al tema que se esté trabajando con temas de su elección.
- Elaboración de modelos con material reciclable.

Para la formación de la *habilidad de comunicación de los resultados*:

- Presentación en diversos medios para exponer los resultados, como carteles, presentaciones

electrónicas, dibujos, gráficas, folletos, trípticos, revistas, maquetas, entre otros, según el objetivo de la actividad y la materia.

- Se realizan diagramas donde recapitulan pasos a paso lo que se hizo, así como los resultados y posteriormente se redactan conclusiones, éstas últimas son las que se comunican.
- Se otorgan rúbricas con lo que se evaluará en una presentación oral de sus resultados.
- Integración de todos los trabajos elaborados en carpetas y se exponen al final con sus papás.
- Mesas redondas y foros de opinión individuales para conocer su conclusión acerca del tema.
- Presentación de proyectos finales en ferias de ciencias con el material que ellos mismos consideren pertinente para su exposición.

A su vez, los docentes entrevistados también mencionaron las actividades que se realizan a nivel institucional para fomentar el aprendizaje de investigación en los estudiantes, tales como:

- Exposición de proyectos al finalizar el ciclo escolar.
- Ferias de ciencia y olimpiadas de conocimientos,
- Excursiones a lugares que permitan cumplir con los objetivos de la investigación planteada.
- Talleres, foros, concursos y capacitaciones en otras instituciones.
- Actividades señaladas en el plan de estudios.
- Experimentos.
- Encuestas o entrevistas y actividades de consulta como parte de las tareas que se asignan por el docente.

#### **4.5. Evaluación del aprendizaje de investigación**

Con la intención de evaluar si el estudiante desarrolla las competencias de investigación los docentes entrevistados mencionan que realizan lo siguiente:

- Rúbricas por actividad y lista de cotejo.
- Registros de observación del desarrollo del alumno.
- Evaluaciones diagnósticas y preguntas escritas o verbales.

- Revisión de los productos entregados contra las instrucciones y objetivos de la práctica.
- Interés y disponibilidad que muestra el alumno en actividades individuales y colaborativas.
- Escuchando cómo explica los resultados obtenidos a sus compañeros de equipo, pareja o exponiendo de manera individual.

Cuestionando a los profesores acerca de los logros que han tenido sus estudiantes en el aprendizaje de investigación, compartieron varias opiniones, las cuales se plasman en los siguientes puntos:

- Identifican qué y dónde buscar información relevante
- Generan habilidades de observación, análisis e interpretación de información
- Otorgan opiniones fundamentadas
- Presentan pocas o nulas dificultades al responder a las preguntas efectuadas por el docente
- Interés por estudiar una profesión relacionada con áreas de ciencias.
- Desarrollan la creatividad, curiosidad, crítica sustentada y autonomía
- Interés por investigar de manera autónoma
- Aprenden a trabajar en equipo de manera organizada y responsable.
- Generar hipótesis, efectuar experimentos con gusto y obtener conclusiones.

De acuerdo a lo que expusieron los docentes cuando se les preguntó: ¿qué hace, o haría, si los estudiantes no adquieren las competencias planteadas en el programa académico?, mencionaron principalmente las siguientes estrategias:

- Generar actividades complementarias.
- Cambiar las estrategias de enseñanza.
- Incluir de manera inicial en la planeación actividades que despierten el interés de los alumnos y pueda cumplirse el objetivo.
- Efectuar tutorías personalizadas y retroalimentarlos.
- Seguimiento con apoyo extra fuera del horario de clases.

- Evaluar sus áreas de oportunidad de manera constante en siguientes proyectos.
- Buscar transversalidad en los temas de otras materias para reforzar las competencias que no se lograron desarrollar.

#### **4.6. Obstáculos en la enseñanza de la investigación**

Al preguntarles de manera abierta a los docentes de la muestra cuáles eran de las dificultades que identificaban en sus alumnos para aprender a investigar, a lo cual otorgaron diversas opiniones las cuales se analizaron y clasificaron en las siguientes:

- Falta de motivación y apoyo de parte de los padres de familia.
- Carencia de espacios y recursos insuficientes para que aprenda.
- Apatía por las actividades asignadas.
- Se limitan a usar internet, lo cual genera distracción y nulo interés en buscar en otras fuentes.
- Acceso limitante a fuentes de información impresas, o bien, no saben efectuar búsquedas en estos medios.
- Poco interés en la lectura.
- No comprenden la información que detectan, no saben extraer las ideas principales y se limitan a copiar.

Los pasos del proceso de investigación que los docentes observan que se les dificultan más a sus estudiantes son en primer lugar el análisis de información (59.5%), en segundo sitio crear preguntas e hipótesis (50%), crear dispositivos o modelos en tercer lugar (45.9%) y con menores porcentajes: planear y realizar experimentos, resolver problemas y preguntas, comunicar los resultados, buscar información y registrar observaciones.

Finalmente, los obstáculos que los docentes reportaron que enfrentan al enseñar investigación, otorgaron las siguientes respuestas, las cuales se categorizaron de acuerdo a sus opiniones en:

- Poco interés de los padres de familia y por ende de los alumnos, así como de las autoridades educativas.
- Falta de recursos económicos y herramientas didácticas.
- Falta de tiempo.
- Exceso de actividades administrativas y extraescolares derivadas de los planes de estudio.
- Falta de actualización y conocimientos para enseñarles a investigar.

#### **4.7. Capacitación docente**

Los participantes mencionaron respecto a los cursos de actualización relacionados con temas de investigación que no los reciben con un total del 62.69% y con menor participación que sí 37.9%, aunque hubo un 9.5% que no contestó. De los casos que respondieron que sí se otorgan (37.9%) aludieron que esta capacitación se da de manera variable.

Dichos cursos son otorgados, de acuerdo con las respuestas de los profesores que comentaron recibirlos, por personal de la SEP de manera presencial (33.3%), por docentes de la escuela (22.2%), por personas especializadas (18.5%), por docentes de otras instituciones (7.4%), o por el área de dirección (3.7%). Aquellos que marcaron otras opciones (14.8%) señalaron que los otorgan universidades privadas o públicas.

Se les preguntó si el curso de capacitación brindado les ayudó al cumplimiento de objetivos del programa de ciencias, a lo cual la mitad estuvo *de acuerdo*, una cuarta parte está *totalmente de acuerdo*, y la cuarta parte restante *no está de acuerdo* con ello, por lo que más de la mitad de los profesores coinciden en que los cursos otorgados les permiten cumplir las metas planteadas en la materia.

Específicamente al preguntar, ¿en qué aspectos considera necesario capacitarse para desarrollar competencias de investigación en sus estudiantes, de acuerdo a los programas de educación de la SEP?, aquellos docentes que contestaron hicieron alusión a los siguientes tópicos:

- Generación de experimentos que tengan impacto en el aprendizaje.
- Método científico.
- Investigación educativa.
- Administración de la planeación y ejecución de proyectos científicos.
- Uso de herramientas tecnológicas para el proceso de enseñanza.

#### **4.8. Sugerencias para mejorar la enseñanza-aprendizaje de investigación**

Los docentes encuestados otorgaron una serie de sugerencias para mejorar la enseñanza y aprendizaje de investigación en el nivel de educación básica, en función a su experiencia, las cuales se catalogan en las siguientes propuestas:

- Plantear actividades que generen interés y gusto para los niños.
- Contar con herramientas didácticas, acceso a medios audiovisuales, espacios y acervo bibliográfico que faciliten y promuevan la investigación.
- Actualización y capacitación a los docentes.
- Libros y guías con contenido encaminado a realizar investigación con los alumnos.
- Efectuar la planeación del ciclo escolar considerando actividades en todas las materias encaminadas a fomentar la investigación.
- Realización de experimentos y actividades con los pasos del método científico desde preescolar.
- Inclusión de temas, actividades y elementos que propicien la investigación desde el plan de estudios, así los docentes tendríamos que llevarlo a cabo.
- Capacitación docente para mejorar las estrategias didácticas y aprender hacer investigaciones con los alumnos.
- Incluir en los libros de texto y guías docentes apoyos para fortalecer la enseñanza de investigación.

- Enseñar a los niños a investigar de manera gradual desde preescolar.
- Tener los espacios, recursos económicos, tecnológicos y didácticos para fortalecer la enseñanza de investigación.
- Invitar a los niños a ferias de ciencias de otras instituciones y/u organismos para mostrar los resultados de sus investigaciones.

## **Capítulo 5**

### **Perspectiva de los directores**



## **5. Perspectiva de los directores**

Este capítulo presenta los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas a los directores de las escuelas primarias de los estudiantes que integraron la muestra de esta investigación. Primero se caracteriza su perfil. Después se presenta su opinión respecto a los programas educativos y recursos bibliográficos; actividades y programas que fomentan el aprendizaje de la investigación; capacitación y obstáculos que perciben. Se finaliza con la presentación de las principales sugerencias realizadas por los directores entrevistados.

### **5.1. Perfil de los directores entrevistados**

De los 37 directores entrevistados, el 46% son hombres y el 54% son mujeres. La edad promedio es de 53 años, con una máxima de 75 años y el menor de 27 años. Al preguntarles acerca de los años que tiene de experiencia como directores, la media fue de diez años y al servicio de la educación fue de 27 años. El 49% de los participantes es director de una escuela pública y el 51% de una particular.

En cuanto a sus grados académicos, en primera instancia mencionaron haber estudiado una licenciatura 31 directores, sin embargo, seis no contestaron. Los estudios de posgrado que reportaron los directores fueron: 14 personas que han estudiado la maestría o se encuentran en ello y dos personas mencionaron haber estudiado doctorado. Un total de diez participantes mencionaron tener una especialidad y siete algún diplomado.

### **5.2. Programas educativos y recursos bibliográficos**

A los directores de la muestra se les preguntó acerca de la principal estrategia que siguen para planear los programas educativos, a lo cual más de la mitad con un 63.9% mencionó que se otorgan por la SEP pero se modifican de acuerdo a las necesidades de la institución, seguido de un 11.1% donde se localizaron dos respuestas con dicho porcentaje señalando que se otorgan por la SEP y así se ejecutan, o bien, se planean en conjunto con los docentes. El 8.3% de la muestra dijo que se planean en

función a los resultados de ciclos anteriores. Un porcentaje de 5.4% señaló otras opciones.

Se les cuestionó cuáles de las siguientes estrategias implementan para promover el uso de los libros de texto entre sus docentes, a lo cual respondieron que: 9 *directores implementan capacitación*; 31 *directores a través de reuniones con el cuerpo docente*; 6 *directores por medios digitales* (correo electrónico, portal web de la escuela, etc.); y 6 *directores mencionan que no implementan estrategias específicas ya que los docentes saben que deben utilizar los libros de texto para la planeación de clases*.

Al inquirirles sobre la elección de referencias bibliográficas para la impartición de materias en las cuales se otorgan temas de investigación, mencionan consultar más de un tipo de fuentes (multi-respuesta): *se considera la elección que hacen los docentes* (59.5%), *las fuentes sugeridas en los planes de estudio* (56.8%), *las referencias asignadas por la SEP* (24.3%), asimismo hubo cinco (13.5%) *directores que señalaron que son ellos quienes la determinan* y tres (8.1%) respondieron también *las que recomiendan los docentes y padres de familia*.

### **5.3. Actividades y programas que fomentan el aprendizaje de la investigación**

El 60% de los directores de la muestra menciona que el área docente es quien planea las actividades en la escuela para fomentar el aprendizaje de la investigación en los alumnos, el 11.4% señaló que ellos como directores y otro 11.4% que los estudiantes con la guía de los docentes son quienes lo hacen, o bien, se recurre a otras organizaciones o personas externas para ello de acuerdo con el 2.9% y un 17.1% comentaron otras (el Consejo, un equipo de personas asignadas, un responsable de ciencias).

Los directores de la muestra mencionaron que los estudiantes de quinto y sexto grado de sus respectivas instituciones han participado en diversas actividades para fomentar la investigación entre las cuales se enfatizan las siguientes: *Actividades de reciclaje*; *integración de un proyecto resultado de diversas actividades de investigación de cada materia*; *eventos de ciencia y tecnología que promueven organismos públicos entre ellos la SEP*,

así como universidades privadas donde se presentan los mejores proyectos de investigación; ferias de ciencia organizadas por la escuela; y concursos de ciencias organizados por zonas escolares.

Más de la mitad de los directores mencionaron que sus docentes y estudiantes asisten a eventos para fomentar competencias de investigación tales como ferias de ciencia, ferias de libros, museos, excursiones y otros eventos. La decisión de quién acude, es tomada por los directores mismos, o por los directores y los docentes. Una tendencia que se identificó, es que los directores entrevistados perciben la asistencia como un “premio” para los que participan.

En relación a los programas que impulsan la enseñanza de investigación se les preguntó si había alguno que se estuviera desarrollando en ese momento en la escuela, a lo que el 34.3% mencionó que sí lo había y el 65.7% que no. De estos últimos casos en los cuales mencionaron que no lo hay, el 81.1% considera que sí han pensado o están interesados en planear y desarrollar actividades para fomentar la investigación en la escuela, pero el 9.1% no lo tiene planeado así.

Aquellos directores que sí están interesados en desarrollar actividades para fomentar el aprendizaje de la investigación y la ciencia, lo justifican de acuerdo a las siguientes razones: Consolidación del proceso educativo de los alumnos; importancia de la investigación en la vida del alumno; y necesidad de fomentar el pensamiento crítico, la creatividad y el espíritu científico

Por otro lado quienes mencionaron que no están interesados en desarrollar dichas actividades señalan que se debe a la falta de tiempo derivada de las actividades con las cuales deben cumplir como parte del programa, o bien porque las actividades se están planeando pero no se han implementado.

#### **5.4. Capacitación**

En primera instancia se preguntó a los directores acerca de la capacitación docente en general, para posteriormente indagar de manera específica acerca de la capacitación en materia de investigación, ciencia y/o tecnología. Se obtuvieron las respuestas que se detallan en los siguientes párrafos.

Para determinar los cursos de actualización docente la diferencia entre las instituciones públicas y privadas es la mecánica que se sigue para su planeación y gestión ya que en las primeras es la SEP quien calendariza y los otorga o el Centro de Capacitación del Magisterio (CECAM), y en las segundas se efectúa tomando en cuenta las áreas de oportunidad de los profesores y prioridades del proceso académico para posteriormente ser impartidas por el cuerpo académico de la institución o personal externo. Dicha capacitación 8 directores la evalúan como *muy buena*, 21 como *buena*, 6 *regular* y 1 *mala*.

Se cuestionó a los directores acerca de la capacitación que reciben los docentes en materia de investigación, ciencia y/o tecnología, para desarrollar dichas competencias en sus alumnos, a lo cual más de la mitad señaló que no se imparte con un 62.2% y el 37.8% mencionó que sí se otorga. Respecto a la forma de determinar los temas de capacitación en investigación, ciencia y/o tecnología, 18 directores respondieron que la SEP señala los temas; 14 directores la planean en conjunto con los docentes; tres directores los determinan ellos mismos, un director mencionó que los determina un área administrativa y otro que los determina la empresa que otorgará la capacitación. De dicha capacitación en ciencia y tecnología, un director la evalúa como muy buena, 13 como buena, 10 como regular y 6 como mala.

### **5.5. Asignación de recursos a la enseñanza de investigación y ciencia**

Acerca de cómo efectuaban la asignación de recursos didácticos para la enseñanza de investigación y ciencia, más de la mitad señala que no se determina un monto para dicho rubro. Quienes mencionaron sí asignar recursos varían desde \$1,000 y hasta un caso de \$30,000, y las formas de asignarlos que mencionaron los directores se pueden clasificar como se detalla a continuación: dependen de la planeación de los docentes para el grado escolar; análisis curricular de cada ciclo escolar; el material se le solicita a los padres de familia. La asignación del monto a destinar a ello se hace en función a las actividades que el docente mencione en la planeación anual; o considerando las prioridades del presupuesto

anual asignado a la institución; y en otros casos se solicita a los padres de familia en función a la actividad que se haya planeado.

#### **5.6. Obstáculos**

Se les preguntó abiertamente cuáles eran los obstáculos a los cuales consideraban que se enfrentaban los docentes en la impartición de temas de investigación, a lo cual entre las principales respuestas destacan: Falta de apoyo de los padres de familia; falta de herramientas didácticas para generar actividades que fomenten la investigación; carencia de competencias y habilidades docentes para enseñar investigación; programas académicos rígidos; y falta de tiempo y bastas actividades administrativas

#### **5.7. Sugerencias de los directores**

El levantamiento de datos con los directores concluyó cuando se les preguntó acerca de sus sugerencia, en función a su experiencia, respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje de investigación que consideraran importante en educación primaria, a lo cual aludieron a las siguientes peticiones, las cuales se determinaron con base a la preponderancia de sus comentarios.

- Sugieren que la SEP proporcione capacitación, información y recursos para generar interés por la investigación en los docentes.
- Los libros de texto podrían tener apartados para generar actividades que promuevan la investigación.
- Impulsar programas desde preescolar con el objetivo de fomentar el espíritu científico en los estudiantes.
- Contar con guías para que el docente conozca cómo generar investigaciones con los alumnos a partir de los temarios.



## **Capítulo 6**

### **Conclusiones sobre la enseñanza- aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México**



## **6. Conclusiones sobre la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México**

Este capítulo final explica el modelo que representa los resultados del estudio sobre la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México y expone las conclusiones y recomendaciones de la investigación, con la finalidad de contribuir al análisis nacional en esta temática tan importante en el desarrollo educativo.

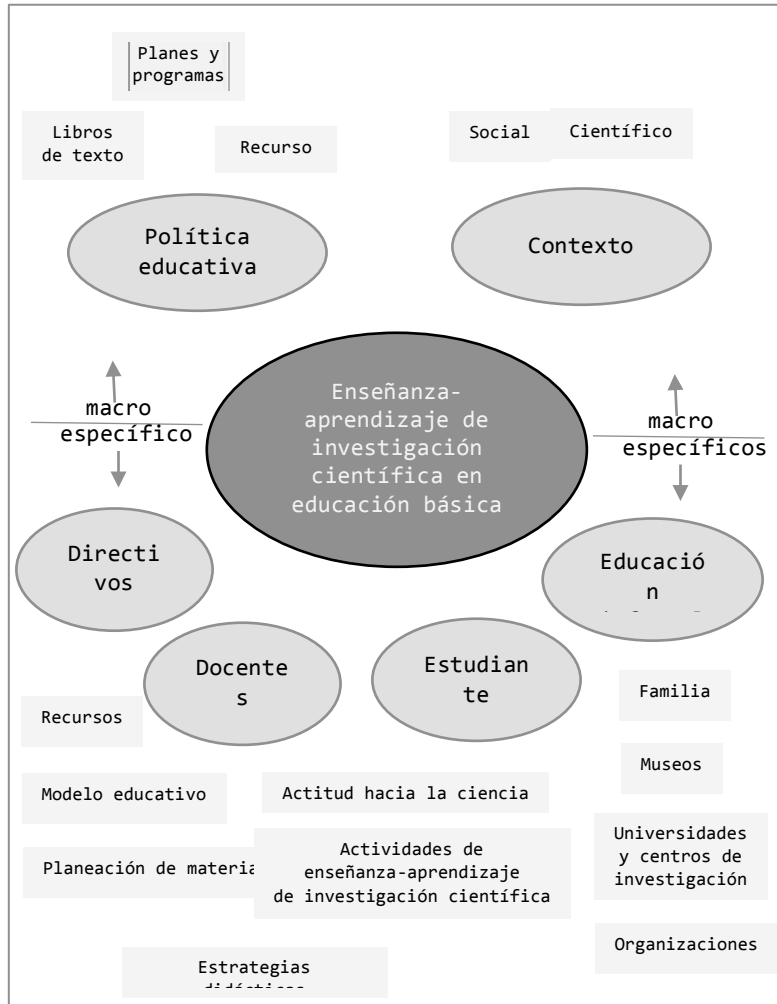
### **6.1. Modelo de enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en educación básica**

Con base en los resultados del estudio, se integró una propuesta de modelo que represente la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en educación básica.

El centro del análisis y, por lo tanto, del modelo es la enseñanza y aprendizaje de investigación científica en educación básica en México, en el cual confluyen factores de naturaleza diversa, los cuales están conformados a su vez por múltiples elementos. A pesar de la complejidad del constructo, es posible caracterizar cada uno de los factores y los elementos que lo conforman y proponer la explicación correspondiente.

Los factores que confluyen en dicho modelo se pueden clasificar en factores a nivel macro y factores a nivel específico. Los factores a nivel macro son aquellos que se presentan de igual manera para todas las escuelas, docentes y estudiantes y que tienen un papel importante en la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica, tales como la *política educativa* y el *contexto*. Los factores a nivel específico son aquellos que varían de escuela a escuela, docente a docente, estudiante a estudiante e incluso clase a clase; pero que pueden ser clasificados en: directivos, docentes, estudiantes y educación científica informal. La representación gráfica del modelo se observa en la figura 7.

La *política educativa*, como uno de los factores a nivel macro en el modelo de enseñanza-aprendizaje propuesto, es el punto de



**Figura 7.** Modelo de enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en educación básica en México.

partida y de referencia tanto para las instituciones educativas como para los educadores en toda su labor educativa. Los elementos de la política educativa que convergen en la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en las escuelas de la muestra, son en primer lugar, los planes y programas de estudio oficiales a los cuales deben dar cumplimiento las escuelas a nivel nacional. En segundo lugar, los libros de texto, como parte de ello, fueron reportados como una base en la cual se fundamentan la mayoría de las escuelas, por lo que es un elemento clave que no se debe perder de vista para fomentar la educación científica formal. Y en tercer lugar, los recursos tanto materiales, financieros, humanos y de tiempo que se otorgan a fomentar la enseñanza de la ciencia y la investigación.

El *contexto*, como otro factor a nivel macro, es evidentemente importante al considerar cualquier labor educativa. En este caso se enfatizan el contexto social y científico, ya que las actividades que busquen fomentar una introducción a la actividad científica de los niños, deben considerar y partir de la realidad del entorno del estudiante para que el aprendizaje logre ser significativo.

Por otro lado, confluyen en el modelo cuatro factores específicos, que como ya se argumentó, son aquellos que varían de institución a institución, persona a persona e incluso clase a clase, y que son relevantes. Estos factores se conforman por elementos que a su vez pueden ser parte de dos factores, es decir, un elemento de los que conforma un factor, puede ser parte de otro factor también, como se explicará más a detalle en los siguientes párrafos.

Los *directivos* de las instituciones de educación básica son factores clave en la enseñanza-aprendizaje de investigación en sus escuelas. De igual manera lo son los docentes. En ambos factores, el elemento de la disponibilidad de recursos para la enseñanza-aprendizaje de la investigación y la ciencia es clave. Esta disponibilidad en ocasiones depende de las decisiones de los directores, las cuales a su vez están tomadas considerando las solicitudes o sugerencias de los docentes, o son tomadas en colaboración. De cualquier manera que se asignen los recursos

para apoyar la formación de competencias de investigación, sin duda son un elemento clave para el éxito o fracaso de la misma.

El modelo educativo, como elemento del modelo que es parte del factor identificado como *directivos* y del de *docentes* a la vez, influye desde la visión del papel de todos los actores del proceso educativo, hasta las acciones concretas que se llevan a cabo en la labor educativa diaria.

De igual manera que el modelo educativo, la planeación de las materias, desde la general que se realiza a nivel directivo, hasta la particular que realiza el docente día a día, tiene un papel importante en que se pueda lograr el desarrollo de competencias de investigación en los estudiantes de dichas materias.

Avanzando más en el modelo, se encuentra la convergencia entre los *docentes* y *estudiantes*, quienes comparten dos elementos del modelo: su actitud hacia la ciencia, y la realización de actividades de enseñanza-aprendizaje de investigación científica.

Respecto a la actitud hacia la ciencia de estudiantes y docentes, es un primer requisito para que la enseñanza-aprendizaje de esta se pueda dar de manera exitosa. Cuando un estudiante no tiene una actitud positiva hacia la ciencia, es más complejo captar su interés y motivarlo a participar en el aprendizaje de la misma. Cuando un docente no tiene una actitud positiva hacia la ciencia, no podrá transmitirla a sus estudiantes o simplemente no le dará la importancia aun cuando se incluya en los planes de estudio.

Así mismo, las actividades de enseñanza-aprendizaje de investigación científica también involucran a los docentes y a los estudiantes, quienes las llevan a cabo de manera exitosa o no. Los docentes como los guías y los estudiantes como los protagonistas activos de su aprendizaje.

Por último, la *educación científica informal*, se refiere a todas las acciones, programas, actividades, estructuradas o no estructuradas que apoyan la educación científica fuera del ámbito escolar. Este factor está conformado por lo que aporta el ámbito familiar, las actividades y programas que llevan a cabo organizaciones, museos científicos, universidades y centros de investigación que pueden coadyuvar en la formación de una cultura científica en los niños, y que si la educación formal lo

aprovecha, es un detonante muy valioso de la enseñanza de la investigación y la ciencia.

Estos factores y elementos presentados en el modelo que se propone, pueden ser considerados un “trabajo en proceso” o un planteamiento inicial que puede ser complementado con futuros análisis y estudios.

## **6.2. Conclusiones y recomendaciones del estudio**

Para finalizar, se presentan, a manera de exposición que se deja a consideración del lector, las conclusiones y recomendaciones que emergen de los resultados del estudio, en las cuales se integran las opiniones de la muestra de estudiantes, docentes y directores de escuelas primarias en México con las opiniones de los especialistas y el análisis de la literatura.

Estos resultados presentan un panorama de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia y la investigación en educación básica en México desde la perspectiva de estudiantes, docentes y directores de escuelas públicas y particulares en 14 ciudades.

Los descubrimientos son alentadores al mismo tiempo que representan un reto. Primeramente resultan prometedores ya que muestran que los estudiantes que participaron en el estudio revelan una actitud positiva hacia la ciencia y una opinión favorable hacia materias como Ciencias Naturales y Matemáticas. Esta actitud favorece el aprendizaje (Manassero y Vázquez, 2001), y debe ser aprovechada al máximo. Con ello, ya se tiene “terreno ganado” para la educación científica, el cual, como ya se mencionó, solamente necesita ser aprovechado y mantenido o aumentado.

El desafío que representan es, entonces, capitalizar esa actitud positiva hacia la ciencia para superar la brecha en la formación de habilidades investigativas y científicas en la que se encuentra México (Flores-Camacho, 2012). Para potenciar este hecho, se puede tomar en consideración los siguientes hallazgos del presente estudio.

La actitud positiva hacia la ciencia e investigación mostrada por los estudiantes de la muestra, debe ser no solamente mantenida, sino reforzada en los grados escolares subsecuentes, es decir, en secundaria, preparatoria y educación superior. Los niños reflejan

un interés y buena disposición a los temas científicos, así como un espíritu de curiosidad e indagación que es necesario mantener y fortalecer a través de actividades que los involucren y de materias que las refuercen. Resulta necesario que las instituciones educativas y los educadores se comprometan con ello y aseguren a través de acciones específicas que los estudiantes no pierdan ese interés y entusiasmo por la ciencia y la investigación.

Las asignaturas en las que los docentes señalan que enseñan investigación son principalmente Ciencias Naturales, Historia y Geografía. Sin embargo, esta enseñanza puede ser transversal entre cursos y materias, y se puede aprender a investigar en cualquier materia y en todos los niveles educativos de manera sumativa (Bogoya, 2005), (Moreno, 2005). Se sugiere que, más que adicionar nuevas temáticas y/o materias, se integren actividades y proyectos en los ya existentes que de manera evidente desarrollen la competencia de investigación y el pensamiento científico. Que se generen espacios para poner en práctica las habilidades de investigación y aprendizaje permanente en cualquier asignatura.

Existe una gama diversa en la forma de enseñar y aprender ciencia e investigación, como lo muestran los resultados en congruencia con Candela (2005). Sin embargo, tanto los resultados y la literatura (Holstermann, Grube y Bögeholz, 2010) evidencian que los aprendizajes que involucran de manera activa a los estudiantes y que son de su interés, así como los que se puede identificar su aplicación, son los que generan un aprendizaje más significativo de acuerdo a la percepción de estudiantes y docentes.

En específico, el aprendizaje basado en proyectos y la experimentación fueron mencionados por estudiantes y docentes, tanto como motivo por el cual les gusta la materia de Ciencias Naturales, como actividad de las que les gusta realizar.

También las actividades de educación científica informal reflejaron ser una alternativa que debe ser considerada para el aprendizaje de la ciencia en congruencia con la literatura (Vázquez y Manassero, 2007), (Nortes y de Pro, 2010).

En ambos sentidos (educación científica formal e informal) han existido innumerables iniciativas de programas, sistemas, proyectos, actividades, entre otros, que buscan despertar y nutrir la formación en ciencia y en investigación en niños, propuestas y (en el mejor de los casos) implementadas por los propios maestros o sus escuelas, organismos públicos y privados, museos científicos, asociaciones civiles, entre otros. Sin embargo, tales iniciativas necesitan fortalecerse para ser llevadas a cabo de manera completa y darles continuidad para poder obtener resultados, evaluarlos y hacer las modificaciones necesarias para que sean fructíferos y logren las metas que se plantean en un principio.

Además de los estudiantes, los docentes tienen un papel primordial en este proceso. Ya que de ellos dependen las actividades que diariamente realizan los niños, además de la forma de abordarlas y aprovecharlas para un verdadero aprendizaje. Para ello se hace evidente la oportunidad de incrementar en calidad y cantidad la capacitación docente en temas de investigación, ciencia y tecnología, así como la oportunidad de fomentar una actitud positiva hacia la ciencia también de los docentes. Cuando el maestro y maestra se encuentran convencidos de la importancia de la formación de habilidades para la investigación y las habilidades científicas, es más directo el camino para que lo implementen con sus estudiantes. Se propone que se diseñen programas específicos para la formación docente en este sentido, como uno de los puntos de partida. Lo anterior implica todo un reto, debido a la situación de complejidad del sistema educativo nacional y de los contextos específicos de cada docente. Sin embargo, se considera que es posible.

Finalmente, el desafío de la gestión educativa en estos procesos es evidente. Por una parte, los directores de la muestra expresan interés en todo esto, sin embargo se pudieron encontrar pocos ejemplos concretos de programas o sistemas específicos para la enseñanza-aprendizaje de la investigación en sus escuelas. Y por otra parte, algunos docentes y directivos señalan su preocupación por la falta de competencias y habilidades docentes para enseñar investigación.

Se requiere buscar espacios para implementar estas recomendaciones sin perder las fortalezas que se cuentan

actualmente en las instituciones educativas en México. Es decir, la propuesta es sumar o integrar esta visión de enseñanza-aprendizaje de la investigación científica al modelo educativo actual y a las actividades específicas que actualmente muestren ser exitosas.

Es así que el panorama de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia en escuelas de educación básica en México, desde la perspectiva de estudiantes, docentes y directores de escuelas públicas y particulares se puede considerar alentador y retador.

A partir de este análisis, se hace necesario investigar el fenómeno también en los niveles educativos de secundaria y preparatoria, así como en poblaciones urbanas con menos de 500,000 habitantes y poblaciones rurales, para complementar los resultados del presente estudio.

De estos datos y análisis a nivel nacional, puede derivarse un programa integral con materiales educativos, capacitación docente, apoyos que aprovechen las nuevas tecnologías de la información, propuesta de actividades de educación científica informal, de manera integradora, para la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica en la educación básica en México; lo cual tendría un impacto importante en el desarrollo nacional que puede ir desde una formación más sólida de los futuros ciudadanos que tengan un pensamiento científico, creativo y crítico sólido y lo apliquen en su ámbito profesional, personal, social; hasta el incremento en vocaciones científicas que tanto se requieren para elevar el desarrollo científico y tecnológico de nuestro país.





## Referencias

- Aikenhead G. S., Ryan A. G. y Fleming R. (1989). *Views on Science-Technology-Society*. Recuperado de:  
<http://www.usask.ca/education/profiles/aikenhead/webpage/vosts.pdf>
- American Association for the Advancement of Science. (1990). *Ciencia para todos: Proyecto 2061*. Recuperado de  
<http://www.project2061.org/esp/publications/sfaa/online/intro.htm>
- Bogoya, D. (2005). Competencias y evaluación. *Educación Superior*, 5, 1-20.
- Candela, A. (2005). Aportes de la investigación educativa y retos actuales de la enseñanza de la Física. *Revista Electrónica Sinéctica*, 27, 1-12.
- Cañal, P. (1997). Un marco curricular en el modelo de investigación en la escuela. En P. Cañal, A. Lledó, F. Pozuelos y G. Travé (1997). *Investigar en la escuela: elementos para una enseñanza alternativa*. Sevilla, España: Díada.
- Cegarra, J. (2012). La creatividad en la investigación. En Díaz de Santos (Eds.) *Metodología de la investigación científica y tecnológica* (pp. 153-159). Madrid, España: Díaz de Santos.
- Cervera, N., Luna, L., Huesca, G., Martínez, L., Solís, A. y Portilla, A. (2010). *Ciencias Naturales. Cuarto grado*. México., D.F., México: SEP.
- Cervera, N., Luna, L., Huesca, G., Martínez, L., Solís, A. y Portilla, A. (2010). *Ciencias Naturales. Quinto grado*. México., D.F., México: SEP.
- Cervera, N., Luna, L., Huesca, G., Martínez, L., Solís, A. y Portilla, A. (2010). *Ciencias Naturales. Sexto grado*. México., D.F., México: SEP.

- Cervera, N., Luna, L., Huesca, G., Martínez, L., Solís, A. y Portilla, A. (2010). Ciencias Naturales. Tercer grado .México., D.F., México: SEP.
- Comisión Nacional de Salarios Mínimos [CONASAMI] (2011). *Salarios mínimos*. Recuperado de: [http://www.conasami.gob.mx/pdf/tabla\\_salarios\\_minimos/2011/01\\_01\\_2011.pdf](http://www.conasami.gob.mx/pdf/tabla_salarios_minimos/2011/01_01_2011.pdf).
- Cordero, I., Guerrero, G., Rodríguez G. y Rojas E., (2010). *Exploración de la naturaleza y la sociedad. Primer grado*. México., D.F., México: SEP.
- Correa, S. (2004). Evaluación del aprendizaje en ciencias en la educación primaria en Tamaulipas. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades*, 14 (2), 119-151. Recuperado de: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=65414205>.
- De las Heras, M. y Jiménez, R. (2009). Análisis del proceso de enseñanza-aprendizaje del ser vivo en un aula de primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. Recuperado de: <http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-2630-2633.pdf>.
- Díaz, M., Flores, G., Martínez, F. (2007). *Pisa 2006 en México*. México, D.F.: Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación.
- Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (2013). *Manuales Técnicos de Enlace*. Recuperado de: [http://www.enlace.sep.gob.mx/ba/manuales\\_tecnicos/](http://www.enlace.sep.gob.mx/ba/manuales_tecnicos/)
- Flores-Camacho, Fernando (Coord.) (2012). *La enseñanza de la ciencia en la educación básica en México*. México: INEE.
- García y Sánchez (2006). *Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria*. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982006000400004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982006000400004)

- Hernandez, V. et al. (2011). La actitud hacia la enseñanza y aprendizaje de la ciencia en alumnos de Enseñanza Básica y Media de la Provincia de Llanquihue, Chile. *Estudios Pedagógicos*, 37(1), 71-83.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México, DF, México: Mc Graw Hill.
- Holstermann, N., Grube, D. y Bögeholz, S. (2010). Hands-on Activities and Their Influence on Students' Interest. *Research in Science Education*, 40 (5), 743-757.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática [INEGI] (2010). *Asistencia escolar*. Recuperado de: <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/asistencia.aspx?tema=P>
- Investigación y Renovación Escolar (2005). *Quiénes somos, qué pensamos y Documentos*. Recuperado de: <http://www.redires.net>
- Jeong, H., Songer, N. y Lee, S.Y. (2007). Evidentiary Competence: Sixth Graders' Understanding for Gathering and Interpreting Evidence in Scientific Investigations. *Research in Science Education*, 37 (1), 75-97.
- Lee, M. y Jordan, D. (2001). *Teaching Reading in science. A supplement to Teaching Reading in the Content Areas. Teacher's Manual*. Estados Unidos: McRel.
- León, A. (2003). El currículo como estructura: una visión retrospectiva, en López y Mota A.D. (Coords.) *Saberes científicos, humanísticos y tecnológicos: Procesos de enseñanza y aprendizaje*. México, D.F.: COMIE-CESU-SEP.
- López, M. (2000). *Pensamiento crítico y creatividad en el aula*. México D.F., México: Trillas.
- López, J.A. (2010). *Ampliar el espacio iberoamericano del conocimiento y fortalecer la investigación científica*. Sistema de información de tendencias educativas en América Latina. Recuperado de <http://www.oei.es/metas2021/foroeic.htm>
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa (2013). *Modelo de logro educativo*. Recuperado de:

[http://www.inee.edu.mx/images/stories/Publicaciones/Documentos\\_tecnicos/De\\_pruebasymedicion/Refalumnos3oprim/Partes/mrca3prim07.pdf](http://www.inee.edu.mx/images/stories/Publicaciones/Documentos_tecnicos/De_pruebasymedicion/Refalumnos3oprim/Partes/mrca3prim07.pdf)

- Manzano, A. (2012). *Actitudes hacia la Ciencia en Primaria y Secundaria*. Disertación doctoral no publicada. Universidad de Murcia, Murcia, España.
- Manassero, M.A. y Vázquez, A. (2001). Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. *Red de información educativa*. 20 (1), 15-27.
- Martínez, M., Rodríguez, G., Isario, O., Cordero, V. y Valdés D. (2010). *Exploración de la naturaleza y la sociedad. Segundo grado*. México., D.F., México: SEP.
- Moreno, G. (2005). Potenciar la educación. Un currículum transversal de formación para la investigación. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 3 (1). Recuperado de [http://www.ice.deusto.es/RINACE/reice/Vol3n1\\_e/Moreno.pdf](http://www.ice.deusto.es/RINACE/reice/Vol3n1_e/Moreno.pdf)
- Murcia, K. (2009). Re-thinking the Development of Scientific Literacy Through a Rope Metaphor, *Research in Science Education*, 39 (2), 215-229.
- National Science Foundation (1997). *Informal science education*. Supplements to active research awards. Recuperado de: <http://www.nsf.gov/pubs/1997/nsf9770/isesupl.htm>
- Nortes, R. y de Pro, A. (2010). *Actitudes hacia las ciencias de los alumnos de educación primaria de la región de Murcia*. Recuperado de: [http://www.um.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=d3208f27-20f1-4da5-af3a-975da73e1853&groupId=299436](http://www.um.es/c/document_library/get_file?uuid=d3208f27-20f1-4da5-af3a-975da73e1853&groupId=299436)
- Observatorio Laboral (2011). *Tendencias del empleo profesional*. Recuperado de: [http://www.observatoriolaboral.gob.mx/wb/ola/ola\\_tendencias\\_del\\_empleo\\_profesional?page=5](http://www.observatoriolaboral.gob.mx/wb/ola/ola_tendencias_del_empleo_profesional?page=5)
- OCDE (2006). *PISA 2006 Marco de la Evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*.

- Recuperado de:  
<http://www.oecd.org/dataoecd/59/2/39732471.pdf>
- OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2011). *Establecimiento de un marco para la evaluación e incentivos docentes: Consideraciones para México*, Recuperado de:  
<http://www.oecd.org/edu/school/48599568.pdf>
- OCDE, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2013). *Panorama de la educación 2013. Recuperado de*  
[http://www.oecd.org/edu/Mexico\\_EAG2013%20Country%20note%20\(ESP\).pdf](http://www.oecd.org/edu/Mexico_EAG2013%20Country%20note%20(ESP).pdf)
- OMPI, Organización Mundial de Propiedad Intelectual (2010). *Statistical Country Profiles*. Recuperado de  
[http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country\\_profile/](http://www.wipo.int/ipstats/en/statistics/country_profile/)
- Ortiz, E., y Bernal, M. (2007). *Importancia de la incorporación temprana a la investigación científica en la universidad de Guadalajara*. México: Juan Carlos Martínez Coll.
- Rubba, P. y Harkness, W.J. (1996). A new scoring procedure for the Views on Science-Technology-Society instrument. *International Journal of Science Education*, 18 (4), 387-400.
- Roberts, L. y Wassersug, R. (2009). Does Doing Scientific Research in High School Correlate with Students Staying in Science? A Half-Century Retrospective Study. *Research in Science Education*, 39 (2), 251-256.
- SCImago (2010). *Scimago Institution Rankings World Report 2012: Global Ranking*. Recuperado de  
[http://www.scimagoir.com/pdf/sir\\_2010\\_world\\_report.pdf](http://www.scimagoir.com/pdf/sir_2010_world_report.pdf)
- Secretaría de Educación Pública (2009). *Plan de estudios 2009: Educación básica*. Recuperado de:  
<http://basica.sep.gob.mx/dgdc/sitio/pdf/inicio/matlinea/PLANPRI2009.pdf>

- Secretaría de Educación Pública (2011a). *Plan de estudios 2011: Educación básica*. México, D.F.: Dirección General de Desarrollo Curricular.
- Secretaría de Educación Pública (2011b). *Acuerdo número 592 por el que se establece la Articulación de la Educación Básica*. México, D.F.: Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos
- Secretaría de Educación Pública (2011c). *Programas de estudio 2011, Guía para la educadora. Educación Básica*. Recuperado de <http://subjefaturaprimarias.wordpress.com/2011/10/31/plan-y-programas-de-estudio-2011-educacion-primaria/>
- Secretaría de Educación Pública (2013). *Principales cifras del Sistema Educativo Nacional 2012-2013*. Recuperado de: [http://fs.planeacion.sep.gob.mx/estadistica\\_e\\_indicadores/principales\\_cifras/principales\\_cifras\\_2012\\_2013\\_bolsillo.pdf](http://fs.planeacion.sep.gob.mx/estadistica_e_indicadores/principales_cifras/principales_cifras_2012_2013_bolsillo.pdf)
- Secretaría de educación y Cultura (2005). Orientaciones para la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Escuela Primaria. Recuperado de: [http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex\\_archivo/cm\\_reyes\\_pdf\\_cver\\_naturales.pdf](http://qacontent.edomex.gob.mx/idc/groups/public/documents/edomex_archivo/cm_reyes_pdf_cver_naturales.pdf)
- Sistema Educativo Estatal de Baja California (2013). *Evaluaciones: Educación básica*. Recuperado de: <http://www.educacionbc.edu.mx/departamentos/evaluacion/evaluaciones/ebasica/excale.php>
- Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (s.f.). Recuperado de: <http://www.siteal.iipe-oei.org/enlaces>
- Tamayo M. (1999). *Aprender a Investigar* (3a Ed.). Santa Fe de Bogotá, D. C., Colombia: OCFES.
- UNESCO (2007). *Segundo estudio regional comparativo y explicativo*. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001430/143084s.pdf>.

- UNESCO (2008). *Los aprendizajes de los estudiantes de América latina y el Caribe*. Recuperado de:  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001606/160660s.pdf>.
- UNESCO (2009). *Aporte para la enseñanza de las Ciencias Naturales*. Recuperado de:  
<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001802/180275s.pdf>
- Vázquez A. y Manassero M.A. (1997). Una evaluación de las actitudes relacionada con las ciencias. *Enseñanza de la Ciencia*, 15 (2), 199-213.
- Vázquez, Á. y Manassero, M. A. (2007). Las actividades extraescolares relacionadas con la ciencia y la tecnología. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9 (1).
- Vega G., Rojas S. y Mazón N. (2007). *Apropiación de habilidades para evaluar información: estudio con alumnos de educación primaria*. *Investigación Bibliotecológica*, 22 (45), 79-103
- Villa, J.E. (2012, septiembre). *Estado Actual de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación en México*. Documento presentado en el X Congreso Nacional de la Comisión de Investigación de la FIMPES. Cuernavaca, Morelos, México.
- Waldegg, G., Barahona, A., Macedo, B. y Sánchez, A. (Coord.) (2003). *Retos y perspectivas de las ciencias naturales en la escuela secundaria*. México, D.F.: SEP-Unesco.

